



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**RELAÇÕES ENERGIA: PROTEÍNA E SUBSTITUIÇÃO ISOENERGÉTICA DOS  
MACROINGREDIENTES DA DIETA DE CODORNAS EUROPEIAS CRIADAS EM  
AMBIENTES DE CONFORTO E DE ESTRESSE PELO CALOR**

**GILNARA CAROLINY ARAÚJO DOS SANTOS**  
Zootecnista

AREIA - PB  
OUTUBRO DE 2017

**Gilnara Caroliny Araújo dos Santos**

**RELAÇÕES ENERGIA: PROTEÍNA E SUBSTITUIÇÃO ISOENERGÉTICA DOS  
MACROINGREDIENTES DA DIETA DE CODORNAS EUROPEIAS CRIADAS EM  
AMBIENTES DE CONFORTO E DE ESTRESSE PELO CALOR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção de não ruminantes

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. José Humberto Vilar da Silva

Prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa

Prof. Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal

AREIA - PB  
OUTUBRO DE 2017

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

S237r Santos, Gilnara Caroliny Araújo dos.

Relações energia: proteína e substituição isoenergética dos  
macroingredientes da dieta de codornas europeias criadas em ambientes  
de conforto e de estresse pelo calor / Gilnara Caroliny Araújo dos  
Santos. - Areia, 2017.  
78 f. : il.

Orientadores: Dr. José Humberto Vilar da Silva, Dr. Fernando  
Guilherme Perazzo Costa, Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA/PPGZ

1. Zootecnia. 2. Codorna Europeia - Produção. 3. Nutrição animal -  
Proteína. I. Título.

UFPB/BC

CDU - 636(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

**TÍTULO:** "Relação Energética Proteína e Substituição dos Macroingredientes na Dieta de Codornas Europeias Criadas em Ambiente de Conforto e de Estresse Pelo Calor Sob Nossa Orientação"

**AUTOR:** Gilnara Caroliny Araújo dos Santos

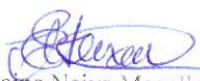
**ORIENTADOR:** Prof. Dr. José Humberto Vilar da Silva


#### JULGAMENTO

**CONCEITO:** APROVADO

**EXAMINADORES:**

  
Prof. Dr. José Humberto Vilar da Silva  
Presidente  
Universidade Federal da Paraíba

  
Profª. Dra. Elisame Neiva Magalhães Teixeira  
Examinadora  
Universidade Federal do Rio grande do Norte

  
Profª. Dra. Patrícia Araújo Brandão  
Examinadora  
Universidade Federal de Campina Grande

Areia, 29 de setembro de 2017

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**Gilnara Caroliny Araújo dos Santos** – Nascida no dia 28 de outubro de 1991, na cidade de Caicó, Rio Grande do Norte. Coursou o ensino médio no Centro Educacional Integrado do Seridó concluindo no ano de 2008. Em 2009 iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Federal de Rio Grande do Norte, obtendo o título de Zootecnista no ano de 2013. No ano de 2015 ingressou no Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal da Paraíba, na cidade de Areia.

## **Dedico**

Aos meus pais, dádivas preciosas, enviados por Deus são minha constante alegria, alicerce e  
amparo, o bem mais precioso.

“É graça divina começar bem. Graça maior  
persistir na caminhada certa. Mas a graça das  
graças é não desistir nunca.”

**Dom Helder Câmara**

## **Agradecimentos**

À Deus, pelo dom da vida e por todas as graças concedidas durante a minha trajetória, em especial pela saúde, coragem e sabedoria, graça primordial à concretização deste projeto.

Aos meus pais, Gilvan Medeiros e Cinara de Lelis, pelos valores repassados, os quais serão levados para o resto da vida, por todo amor, carinho, alegria e simplicidade presentes na nossa família. Agradeço também a minha irmã Cinthia, pelo companheirismo em todos os momentos.

A todos os meus familiares, em especial, aos meus avós Marta, Nivaldo, José Freitas e Iracema por todo o apoio, carinho, orações e incentivo. Aqui me reporto aos meus tios e tias pelo apoio, incentivo e aconselhamentos.

Aos meus amigos, pela presença e apoio nos momentos difíceis e felizes da minha caminhada, vocês são primordiais tanto no meu crescimento pessoal quanto profissional. Em especial, Magno, Joelma, Aline, Amaury, Cynthia.

Ao meu noivo Tiago Fernandes, pelo companheirismo, carinho, por toda compreensão e amor em todos os momentos.

Ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, por proporcionar excelente formação acadêmica aos discentes que tem o privilégio de integrar o mesmo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

Aos admiráveis professores pertencentes ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba pelos ensinamentos repassados.

Aos professores Fernando Guilherme Perazzo Costa e Leonardo Fonseca Pascoal, membros do meu comitê de orientação, pela disponibilidade e colaboração.

Aos funcionários dos Laboratórios de Nutrição Animal (Campus Bananeiras e Areia) Tainá, Reutmann, Sandra, Alenice e Juracy, pela solicitude, atenção e colaboração durante a execução das análises.

Aos professores do Colégio Agrícola Vidal de Negreiros, em especial, Prof. Jordão Filho e Marcelo, pela constante parceria.

Meu muito obrigado ao Prof. José Humberto, pela orientação deste trabalho, por sua paciência, dedicação, comprometimento, confiança, além de todas as excelentes sugestões e esclarecimentos.



Ao grupo NEPAVES, pela excelente contribuição na execução deste projeto, em especial, Gabrielle Catarine, pelo companheirismo, amizade, confiança, paciência e parceria. Não tenho como retribuir tudo que fez por mim, você é uma irmã que a vida me deu de presente.

Agradeço aos amigos e colegas, Felipão, Jonathan Mádsen, Rafael Almeida, Thiago Melo, David Rwbstainne, Silvana Lima, Nataly Cruz, Janielle, Andrew, Gelma, Erivaldo, Evandra, Aliton Nunes, Eudes, Rafael Lopes, Emanuel, Cristina, Lucas Dutra e Anderson Araújo pelo apoio em todos os momentos necessários.

Minha gratidão aos colegas da minha turma de mestrado, pela união, alegria e solidariedade em todos os momentos dentro e fora de sala de aula.

Aos funcionários terceirizados do Setor de Avicultura da Universidade Federal da Paraíba, Seu Gilberto, Vanildo, Romero, Seu Nivaldo, Fabiano, Zé Carlos e Joza pela grande contribuição nas instalações experimentais. Ao parceiro Danilo, pela disponibilidade e instalação do Termostato, equipamento essencial à execução desta pesquisa.

À Equipe de Jovens de Nossa Senhora de Caicó - RN, pelos aconselhamentos e coleguismo.

Enfim, a todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para o sucesso deste trabalho.

## RESUMO GERAL

SANTOS, G. C. A. Relações energia: proteína e substituição isoenergética dos macroingredientes da dieta de codornas europeias criadas em ambientes de conforto e de estresse pelo calor. 2017 78 f. Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Este estudo teve como objetivo avaliar a substituição do amido de milho (AMI) pelo óleo de soja (OLS) ou proteína isolada de soja (PIS), respectivamente, como fontes de energia de carboidratos, lipídios e proteínas em dietas de baixa relação energia (E): proteína (P) (108 kcal E: 1% P ou 2950 kcal EMAn: 27,3% PB), de média relação ou controle (128 kcal E: 1% P ou 2950 kcal EMAn: 23% PB) e de alta relação E: P (148 kcal E: 1% P ou 2,950: 19,9% PB) na dieta de codornas europeias de 10 a 35 dias de idade alojadas em termoneutralidade (26° C) ou em temperatura de estresse pelo calor (35° C). Um total de 588 codornas foram utilizadas, metade em ambiente termoneutro e metade em ambiente quente, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 x 2 +1) x 2 [(3 fontes de energia x 2 relação E: P + 1 dieta controle) x duas temperaturas], resultando em quatorze tratamentos com sete repetições de seis aves. Exceto o tratamento controle, parte da energia das dietas de baixa ou alta relação E: P do AMI (12,46% na dieta) foi substituída pela energia do OLS (5,00% na dieta) ou pela energia da PIS (12,04% na dieta). Para a análise da histologia da mucosa do intestino delgado (altura de vilo, largura de vilo, profundidade de cripta, relação vilosidade: cripta e área de absorção) foram utilizadas quatro aves por tratamento, sendo coletadas amostras de aproximadamente 1 cm da porção média do duodeno, jejuno e íleo de cada ave. Os dados foram analisados pelo Teste de Duncan ( $P \leq 0,05$ ). A adição de AMI e OLS na dieta melhorou ( $P \leq 0,05$ ) o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar em comparação com a adição de PIS, respectivamente. A baixa relação E: P influenciou positivamente o ganho de peso e a conversão alimentar, quando comparada com a alta relação E: P ( $P \leq 0,05$ ). As codornas alojadas em temperatura moderada tiveram melhor consumo de ração e ganho de peso, mas a conversão alimentar foi pior em comparação com as codornas alojadas em temperatura elevada ( $P \leq 0,05$ ). Houve interações ( $P \leq 0,05$ ) entre a fonte de energia e a relação E: P. A alta relação E: P diminuiu o consumo de ração e o ganho de peso quando a dieta continha PIS ( $P \leq 0,05$ ). A baixa relação E: P reduziu o consumo de ração, mas melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar quando o OLS substituiu o AMI na dieta ( $P \leq 0,05$ ). A substituição do AMI pela PIS aumentou o consumo de ração e melhorou a conversão alimentar ( $P \leq 0,05$ ). A substituição de AMI por OLS ou PIS não melhorou o desempenho de codornas alojadas em temperatura quente. Quando alimentadas com dietas com baixa relação E: P (108: 1% PB) contendo AMI ou OLS as codornas tiveram melhor ganho de peso e conversão alimentar que codornas alimentadas com PIS. A dieta controle influenciou positivamente a conversão alimentar quando comparada com as dietas de alta relação E: P contendo AMI, OLS e PIS. A PIS como fonte de energia e a temperatura de 35° C têm impacto negativo sobre o desempenho das codornas. A substituição do AMI pelo OLS atenua o efeito negativo da alta temperatura sobre o ganho de peso das codornas. A relação de 128/1% ou 23% de proteína aumenta a área de absorção da região do duodeno no conforto térmico e dos segmentos jejuno e íleo no estresse térmico.

Palavras-chave: balanço de energia e proteína, desempenho, fonte de energia, temperatura ambiente, produção de codorna

## GENERAL ABSTRACT

SANTOS, G. C. A. Energy relations: protein and isoenergetic substitution of macro-ingredients in the diet of european quails created in a comfort and heat stress environment. 2017 78 f. Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

The objective of this study was to evaluate the substitution of soybean oil (OLS) or isolated soy protein (PIS), as energy sources of carbohydrates, lipids and proteins in low energy (E) diets, respectively: protein (P) (108 kcal E: 1% P or 2950 kcal EMAn: 27.3% PB), control (128 kcal E: 1% P or 2950 kcal EMAn: 23% PB) or high E: P (128 kcal E: 1% P or 2950 kcal EMAn: 23.0% CP) in the diet of European quails from 10 to 35 days of age. age in room temperature thermoneutral (26 ° C) or hot (35 ° C). A total of 588 quails were used, half in thermoneutral environment, and half in warm environment, distributed in a completely randomized design in a factorial scheme (3 x 2 +1) x 2 [(3 energy sources x 2 E: P + 1 ratio diet control) x two temperatures], resulting in fourteen treatments with seven replicates of six birds. The energy of the starch (12.46% in the diet) was replaced by the energy of the OLS (5.00% in the diet) or the energy of the PIS (12.04% in the diet) within each diet of low E: P ratio or high. For the analysis of the histology of the small intestine mucosa, four birds per treatment were used, and samples of approximately 1 cm of the middle portion of the duodenum, jejunum and ileum of each bird were collected, the variables analyzed were villi height, depth of crypt, relationship villus: crypt and absorption area. Data were analyzed by Duncan's test ( $P \leq 0.05$ ). The addition of starch and OLS in the diet improved ( $P \leq 0.05$ ) feed intake, weight gain and feed conversion compared to the addition of PIS, respectively. The low E: P ratio positively influenced weight gain and feed conversion, when compared to the high E: P ratio ( $P \leq 0.05$ ). Quails housed at moderate temperature had better feed intake and weight gain, but feed conversion was worse compared to quails housed at elevated temperature ( $P \leq 0.05$ ). There were interactions ( $P \leq 0.05$ ) between the energy source and the E: P ratio. The high E: P ratio decreased feed intake and weight gain when the diet contained PIS ( $P \leq 0.05$ ). The low E: P ratio reduced feed intake, but improved weight gain and feed conversion when OLS replaced starch in the diet ( $P \leq 0.05$ ). The replacement of starch by PIS increased feed intake and improved feed conversion ( $P \leq 0.05$ ). The replacement of starch by OLS or PIS did not improve the performance of quails housed at hot temperature. Quails fed diets with low E: P ratio (108: 1 - 27.3% CP and 2,950 EMAn) with corn starch or OLS have better weight gain and feed conversion than quails fed with isolated soy protein as a source of energy. The control diet positively influenced the feed conversion when compared to the high E: P diets containing starch, OLS and PIS. Soya protein isolates as a source of energy and temperature of 35 ° C have a negative impact on the performance of quails. The replacement of starch by soybean oil attenuates the negative effect of high temperature on quail weight gain. The ratio of 128/1% or 23% of protein increases the area of absorption of the duodenum region in thermal comfort and the jejunum and ileum segments in thermal stress.

Keywords: energy source, environmental temperature, energy and protein performance, quail production

## LISTA DE FIGURAS

**Figuras 1-6.** Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de codornas europeias de 10 a 22 dias de idade em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) no ambiente de conforto térmico (26° C).....38

**Figuras 7-8.** Teste de contraste do consumo de ração de codornas europeias entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (AMI), óleo de soja (OLS) e proteína isolada de soja (PIS) como fontes de energia, no conforto térmico (26° C) e no estresse pelo calor (35° C) (E).....39

**Figura 9-10.** Teste de contraste do ganho de peso de codornas europeias entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (AMI), óleo de soja (OLS) e proteína isolada de soja (PIS) como fontes de energia, no conforto térmico (26° C) e no estresse pelo calor (35° C) (E).....40

**Figuras 11-12.** Teste de contraste da conversão alimentar de codornas europeias entre a dieta controle (Cont) e as dietas com baixa relação E: P (BR) contendo óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PB) como fontes de energia, no conforto térmico (26° C) e no estresse pelo calor (35° C) (E).....41

**Figuras 13-17.** Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de codornas europeias em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) no ambiente de conforto térmico (25° C) e no estresse pelo calor (35° C).....46

**Figuras 18-19.** Teste de contraste do consumo de ração de codornas europeias entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PB) como fontes de energia, no conforto térmico (26° C) e no estresse pelo calor (35° C) (E).....47

**Figuras 20-21.** Teste de contraste do ganho de peso de codornas europeias entre a dieta controle (Cont) e as dietas de baixa relação E: P (BR) contendo óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PB) como fontes de energia, no conforto térmico e no estresse pelo calor (35° C).....48

**Figuras 22-23.** Teste de contraste da conversão alimentar de codornas europeias entre a dieta controle (Cont) e as dietas com alta relação E: P (AR) contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PB) como fontes de energia, no conforto térmico (26° C) e no

estresse	pelo	calor	(35°
C).....			49

**Figuras 24-27.** Médias de altura das vilosidade, largura das vilosidades e profundidade das criptas do duodeno em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PB) como fontes de energia no ambiente de conforto térmico (26° C) e de estresse por calor (35° C). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\*(p<0,01); \*\*\* (p<0,001).  
.....60

**Figuras 28-31.** Médias de área de absorção e relação vilo/cripta (AV/PC) do duodeno em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (A contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PIS) como foi energia no ambiente de conforto térmico (26° C) e de estresse por calor (35° C). Probabi  
\*(p<0,05); \*\*(p<0,01); \*\*\* (p<0,001).  
.....61

**Figuras 32-37.** Médias de altura das vilosidade, largura das vilosidades e profundidade das criptas do jejuno em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PB) como fontes de energia no ambiente de conforto térmico (26° C) e de estresse por calor (35° C). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\* (p<0,01); \*\*\* (p<0,001).  
.....63

**Figuras 38-41.** Médias de área de absorção e relação vilo/cripta (AV/PC) do jejuno em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PIS) como fontes de energia no ambiente de conforto térmico (26° C) e de estresse por calor (35° C). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\* (p<0,01); \*\*\* (p<0,001).  
.....64

**Figuras 42-47.** Médias de altura das vilosidade, largura das vilosidades e profundidade das criptas do íleo em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PB) como fontes de energia no ambiente de conforto térmico (26° C) e de estresse por calor (35° C). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\* (p<0,01); \*\*\* (p<0,001).  
.....66

**Figuras 48-51.** Médias de área de absorção e relação vilo/cripta (AV/PC) do íleo em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PIS) como fontes de energia no ambiente de conforto térmico (26° C) e de estresse por calor (35° C). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\* (p<0,01); \*\*\* (p<0,001).  
.....67

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Tratamentos experimentais da fase de crescimento (10 a 35 dias de idade).....28

**Tabela 2.** Composição percentual dos ingredientes das rações experimentais para codornas de corte (10 a 35 dias de idade).....29

**Tabela 3.** Composições nutricionais das rações experimentais para codornas de corte (10 a 35 dias de idade).....30

**Tabela 4.** Desempenho de codornas europeias de 10 a 22 dias de idade.....34

**Tabela 5.** Desdobramento da interação entre a fonte de energia com a relação E: P e o ambiente sobre o ganho de peso e a conversão alimentar de codornas europeias de 10 a 22 dias de idade.....35

**Tabela 6.** Desempenho de codornas europeias de 10 a 35 dias de idade.....42

**Tabela 7.** Desdobramento da interação entre a fonte de energia e a relação energia: proteína (E: P) sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de codornas europeias de 10 a 35 dias de idade.....43

**Tabela 8.** Peso e rendimento de carcaça e cortes de codornas de corte abatidas com 35 dias de idade, em função de diferentes fontes de energia, relações E: P (energia: proteína) e ambientes

de	conforto	e	estresse
térmico.....			50

<b>Tabela 9.</b> Desdobramento da interação entre a fonte de energia com a relação E: P e com o ambiente sobre o peso e características de carcaça de codornas de corte abatidas com 35 dias de idade.....	51
--	----

<b>Tabela 10.</b> Peso e rendimento de órgãos comestíveis de codornas de corte abatidas com 35 dias de idade, em função de diferentes fontes de energia, relações E: P (energia: proteína) e ambientes de conforto e estresse térmico.....	54
--	----

<b>Tabela 11.</b> Desdobramento da interação entre a fonte de energia com a relação E: P e o ambiente e do ambiente com a relação E: P sobre o peso e rendimento de órgãos comestíveis de codornas de corte abatidas com 35 dias de idade.....	54
--	----

<b>Tabela 12.</b> Médias de altura das vilosidades (AV, $\mu\text{m}$ ), largura das vilosidades (LV, $\mu\text{m}$ ), profundidade das criptas (PC, $\mu\text{m}$ ), área de absorção (AA), relação vilo/crípta (AV/PC) do duodeno (D), jejuno (J) e íleo (I), em função de diferentes fontes de energia, relações E: P (energia: proteína) e ambientes de conforto e estresse térmico.....	56
--	----

## SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS. ....	15
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
1.1 Coturnicultura de corte.....	17
1.2 Influência dos fatores nutricionais sobre a produção.....	19
1.3 Óleo como fonte de energia na alimentação de aves.....	20
1.4 Amido como fonte de energia na alimentação de aves.....	21
1.5 Proteína isolada de soja como fonte de energia na alimentação de aves.....	22

1.6	Influência da temperatura sobre o desempenho.....	24
1.7	Influência da relação entre energia e proteína no metabolismo.....	25
2.	MATERIAL	E
	MÉTODOS.....	27
2.1	Local.....	27
2.2	Animais e alojamento nas fases experimentais.....	27
2.3	Manejo.....	27
2.4	Delineamento experimental e tratamentos.....	28
2.5	Análises de desempenho e rendimento de carcaça.....	31
2.6.	Avaliação microscópica das vilosidades intestinais.....	32
3.	RESULTADOS	E
	DISCUSSÃO.....	34
3.1	Efeito dos fatores principais sobre o desempenho de codornas de 10 a 22 dias de idade.....	34
3.1.2	Efeito da interação no desempenho de codornas de 10 a 22 dias de idade.....	35
3.2	Efeito do contraste no desempenho de codornas de 10 a 22 dias de idade.....	37
3.3	Desempenho de codornas de 10 a 35 dias de idade.....	42
3.3.1	Efeito dos fatores principais sobre o desempenho de codornas de 10 a 35 dias de idade.....	42
3.3.2	Efeito da interação no desempenho de codornas de 10 a 35 dias de idade.....	43
3.4	Efeito do contraste no desempenho de codornas de 10 a 35 dias de idade.....	44
3.5	Peso e rendimento de carcaça e cortes das codornas com 35 dias de idade.....	50
3.6	Análises histomorfométrica do intestino delgado de codornas com 35 dias de idade.....	56



3.6.1	Influência das fontes energéticas sobre as variáveis histomorfométricas.....	57
3.6.2	Influência das relações E: P sobre a as variáveis histomorfométricas.....	57
3.6.3	Influência do ambiente térmico sobre as variáveis histomorfométricas.....	58
3.7	Resultados dos contrastes das análises histomorfométrica do intestino delgado de codornas com 35 dias de idade.....	58
3.7.1	Índices Morfométricos duodenais.....	58
3.7.2	Índices Morfométricos jejunais.....	61
3.7.3	Índices Morfométricos Ileais.....	64
4.	CONCLUSÃO.....	6
9		
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As diversas alterações climáticas, em decorrência do aquecimento global acompanhado de altas temperaturas é uma realidade no Brasil e, portanto, no Nordeste brasileiro cujo clima se caracteriza por um excesso de radiação solar e altas temperaturas por um longo período do ano (MARENGO, 2010).

Diversos autores tem mostrado que o aumento da temperatura ambiente é um dos fatores que mais afeta o desempenho de frangos (OBA et al., 2012; SILVA et al., 2009), codornas japonesas (SILVA et al., 2012; JORDÃO FILHO et al., 2011), galinhas poedeiras (RABELO et al., 2004) e codornas europeias (SOUSA et al., 2014; JORDÃO FILHO et al., 2011).

Uma das maneiras de mitigar o impacto negativo das altas temperaturas no desempenho das codornas europeias é a manipulação da composição de ingredientes e de nutrientes das dietas. Portanto, a interação entre a nutrição e a temperatura ambiente cada dia ganha mais importância pelos efeitos sobre o bem estar, o desempenho e o retorno econômico com a criação animal.

O melhor conhecimento da fonte de energia para formular rações para codornas alojadas sob condições de estresse pelo calor pode resultar numa proposta de formulado de menor incremento calórico, melhor bem estar e maior produtividade das aves considerando que a alteração da relação energia: proteína combinada com a substituição parcial do amido pelo óleo de soja ou proteína isolada de soja tem implicações na produção de calor, porque a proteína e o amido são metabolizados com menos eficiência comparados aos lipídios.

Dois aspectos são abordados neste trabalho, o primeiro, é a avaliação da tolerância de codornas europeias ao calor e, o segundo, é se codornas europeias criadas em ambiente de conforto ou de alta temperatura de 10 a 35 dias de idade exige valor superior a 23% de proteína bruta sugerido por Silva e Costa (2009) para a fase de 1 a 42 dias de idade. O modelo de ensaio escolhido para testar a substituição parcial do amido pelo óleo de soja e proteína

isolada de soja como fonte de energia da dieta ajuda a compreender o papel dos carboidratos, lipídeos e proteína no alívio em teoricamente melhorar o conforto térmico e desempenho das codornas alojadas em condições de estresse pelo calor.

Além disso, os benefícios da redução da proteína bruta da dieta envolvem a maior eficiência de utilização, redução dos custos da alimentação e redução da poluição ambiental, tendo em vista a menor excreção de nitrogênio (SABINO et al., 2004). Logo, a relação energia: proteína dietética tem sido o fator nutricional mais amplamente investigado, de modo que, o excesso de energia aumenta a deposição de gordura na carcaça de aves (CAHANER et al., 1995), enquanto que a elevação no nível de proteína melhora a qualidade da carcaça (SILVA et al., 2001). No entanto, aumenta o custo de alimentação e reduz o retorno econômico com a criação especialmente em épocas de crise e menores preços de mercado das codornas.

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da interação entre a relação energia: proteína com a fonte de energia da dieta no desempenho de codornas europeias alojadas em ambiente de termoneutralidade e de estresse pelo calor.

## 1 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 Coturnicultura de corte

A codorna é uma ave que teve origem no norte da África, na Europa e na Ásia, e pertence à mesma família das galinhas e perdizes, família dos Fasianídeos (*Fasianidae*) e da sub-família dos *Perdicionidae* (PINTO et al., 2002).

No século XI, a codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*) adentrou no Japão oriunda da China via Coréia. Já no século XII iniciou-se os primeiros relatos sobre essas aves e os registros apontam que sua criação inicial ocorreu em virtude do seu canto. Somente em 1910 os estudos e cruzamentos entre as codornas foram iniciados, utilizou-se algumas aves provenientes da Europa e algumas espécies selvagens, o que resultou numa ave domesticada, denominada *Coturnix coturnix japonica*, também conhecida como codorna doméstica. Surgia após este momento, a exploração da coturnicultura para produção de carne e ovos (REIS, 1980 apud PINTO, 2002).

A coturnicultura industrial dispõe hoje de três espécies de codornas com diferentes aptidões para produção, são elas: a codorna americana ou a Bobwhite quail (*Colinus virginianus*) destinada a produção de carne, a Japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) com melhor aptidão para produção de ovos e a Européia (*Coturnix coturnix coturnix*) com excelente potencial para produção de carne (BARRETO et al., 2007).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015) independente da finalidade (carne e/ou ovos) a produção brasileira de codornas tem crescido bastante nos últimos anos, o efetivo registrado para o ano de 2015 alcançou o número de 21,99 milhões de cabeças, isto representa um aumento de 8,1% comparado ao ano de 2014.

Com relação ao efetivo nas diferentes regiões do país, a primeira colocação no *ranking* pertence a região Sudeste com 75,7% do efetivo total e logo em seguida aparece a região Nordeste que detém 10,5%. O aumento no número de codornas no Nordeste nos últimos tempos, está relacionado ao maior número de produtores que aderiram a exploração da atividade, concentrados principalmente, no estado do Ceará, que atualmente ocupa a 4ª posição no *ranking* dos estados mais produtores do Brasil (IBGE, 2015).

Desta forma vale ressaltar que essa atividade apresenta inúmeras vantagens de produção, as quais tem impulsionado o progresso da mesma. São características econômicas como: alto valor nutricional da carne e ovos de codornas, necessidade de pouca extensão de terras, baixo investimento e rápido retorno financeiro que tem alavancado este setor nos últimos tempos (ROLL, 2012). Aliado a esses fatores, tem-se observado no mercado brasileiro uma maior demanda por carne de qualidade, a permitir que a produção de carne de codornas torne-se uma atividade promissora e lucrativa (PASTORE et al., 2012).

Quanto aos aspectos nutricionais da carne, há comprovação científica que é altamente rica em vitamina B<sub>6</sub>, niacina, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, ácido pantotênico, bem como em ácidos graxos. Apresenta concentrações superiores na maioria dos aminoácidos e de alguns minerais como, Ferro, Fósforo, Zinco e Cobre, quando equiparada a carne de frango. Além disso, o colesterol mensurado na carne de codorna é considerado intermediário (76 mg) ao ser comparado ao encontrado na carne de frango a qual apresenta valores de 64 mg na carne do peito e 81 mg na coxa e sobre-coxa (MORAES e ARIKI, 2009).

Contudo, apesar das inúmeras vantagens e do expressivo avanço desta atividade no Brasil, sabe-se que as exigências nutricionais de codornas de corte ainda são pouco esclarecidas, os programas de formulação de rações baseiam-se em informações destinadas a outras espécies e/ou de outros países em virtude da escassez de dados referentes às necessidades nutricionais das codornas de corte, portanto o eventual uso de informações não cabíveis para a espécie reduzem a expressão do melhor potencial produtivo destas aves (CORRÊA et al., 2006).

Deste modo, não convém aos programas alimentares para codornas utilizarem dietas formuladas para frangos e galinhas, pois as exigências nutricionais daquelas aves diferenciam-se destas últimas, em especial, as necessidades de proteína são superiores e de cálcio inferiores (SILVA et al., 2012). Além do mais, o fornecimento de dietas com

deficiência ou excesso de nutriente como a proteína por exemplo, prejudica a eficiência de utilização da mesma (BAKER et al., 2002).

O aprofundamento sobre as exigências nutricionais desta espécie é portanto, crucial para o seu desenvolvimento. Além disso, os elementos climáticos, como a temperatura, também são de fundamental importância, pois exercem influência direta sobre as necessidades fisiológicas das aves e determinam os possíveis ajustes no manejo do sistema de produção, o que por conseguinte, refletirá no aumento ou redução dos custos de produção (ABREU E ABREU, 2003).

Assim, mesmo em ascensão a coturnicultura no Brasil ainda carece ultrapassar inúmeros desafios, as mudanças climáticas e os registros de aumento de temperatura em diversas partes do mundo devem ser levadas em consideração. O nordeste brasileiro é um exemplo destas circunstâncias atuais, região caracterizada em sua grande maioria por altas temperaturas, necessita de alterações funcionais nas práticas de manejo no intuito de otimizar o desempenho de codornas no sistema de produção (BONFIM e MELO, 2015).

## **1.2 Influência dos fatores nutricionais sobre a produção de codornas**

A alimentação representa o maior custo da produção avícola, representando até 70% da despesa. Do custo total da alimentação, cerca de 95% é usado para satisfazer os requisitos de energia e proteína, cerca de 3 a 4% para minerais, minerais-traços e vitaminas e 1 a 2% para vários aditivos. As dietas são formuladas a partir de uma mistura de ingredientes, incluindo grãos de cereais, subprodutos de cereais, gorduras, fontes de proteínas vegetais, subprodutos animais, suplementos vitamínicos e minerais, aminoácidos cristalinos e aditivos para animais (RAVINDRAN, 2013).

Devido ao alto custo das rações aliado a extensão da escala comercial, a indústria busca cada vez mais por modelos de produção que visem à redução desses custos e ao mesmo tempo forneça a quantidade de nutrientes necessária às aves, promovendo o melhor desempenho das mesmas, e, conseqüentemente uma maior lucratividade para o sistema (RODRIGUES et al, 2016).

Assim, o avanço no conhecimento da nutrição facilita a formulação de dietas gradativamente, com menores custos e elevada lucratividade, pois a alimentação interfere nos custos de produção de codornas desde sua base, na indústria de melhoramento genético, até o topo da cadeia de produção, ou seja, nos abatedouros e frigoríficos (SILVA et al., 2012).

Quanto ao aspecto nutricional dos alimentos, sabe-se que os componentes das dietas são divididos em duas classes bem definidas: macronutrientes e micronutrientes. Os que são necessários em grandes quantidades: proteínas, lipídios e carboidratos, são classificados como macronutrientes e suas principais funções são fornecer energia e os compostos necessários para o crescimento, manutenção e atividade do corpo. Os micronutrientes também são necessários, porém em pequenas quantidades (HADA et al., 2013).

A energia é uma propriedade da combustão dos macronutrientes, considerados os nutrientes mais dispendiosos da ração (NRC, 1994). O custo metabólico aumenta quando mais proteína é utilizada e diminui quando o organismo utiliza mais carboidratos e lipídios no metabolismo energético. Um dos pontos intrigantes para o desenvolvimento de dietas de verão é compreender o impacto da fonte de energia sobre a produção de calor no organismo de animais alojados em ambientes quentes. Em síntese, a produção de calor aumenta quando a proteína é mobilizada como fonte de energia sendo, por ordem, menor quando o organismo utiliza carboidratos e lipídios. Assim, o princípio básico para formulação de dietas para os animais é o de atender uma relação adequada nutriente: energia considerando que a energia através do efeito glicostático regula o consumo de ração e, por conseguinte, o consumo de todos os nutrientes da dieta. Entretanto, o ambiente externo, especialmente a temperatura assume papel preponderante na redução do consumo de ração (SILVA et al., 2012).

Sabe-se, portanto, que a manipulação nutricional é considerada uma forma de amenizar os impactos causados pelos efeitos da temperatura para as aves. E no intuito de alcançar uma máxima disponibilidade dos nutrientes essenciais para manutenção e produção dos animais, muitos estudos tem sido realizados com o propósito de amortizar a baixa produtividade, mesmo que as aves em virtude do ambiente desfavorável reduzam o consumo de ração (RODRIGUES, 2012).

Assim, pode-se considerar que o consumo de energia é um dos fatores mais importantes capaz de limitar o desempenho de aves submetidas a altas temperaturas. A concentração de energia na dieta deve, portanto ser ajustada para permitir a redução no consumo da dieta em temperaturas mais altas (FERNANDES et al., 2014).

### **1.3 Óleo como fonte de energia na alimentação de aves**

Os lipídios biológicos são definidos como um grupo de compostos quimicamente diversos, cuja característica em comum que os define é a insolubilidade em água. Muitas são as funções biológicas dos lipídios e são tão diversas quanto sua química. O armazenamento de

energia em muitos organismos ocorre principalmente na forma de gorduras e óleos, estes são derivados de ácidos graxos. Os lipídios mais simples construídos a partir desses ácidos graxos são os triglicerídios (triacilgliceróis, gorduras ou gorduras neutras), encontrados em maior abundância na natureza, são formados por uma molécula de glicerol associada a três moléculas de ácidos graxos a partir de ligações do tipo éster (LEHNINGER et al., 2014).

O alto valor energético encontrado em ingredientes como óleos e gorduras tem tornado a inclusão dos mesmos na dieta de aves uma prática comum (PUPA, 2004). Prática esta que tem sido considerada relevante por ser alvo de interesse de toda a cadeia produtiva da avicultura (LARA et al., 2005).

Diversos óleos vegetais são utilizados na nutrição entre eles: os óleos de soja, milho, girassol, algodão, canola, palma e os subprodutos da indústria de refino dos mesmos, no entanto, o óleo de maior utilização na dieta de aves é o óleo de soja (RABER, 2007).

Estes ingredientes apresentam diversos benefícios que impulsionam o seu uso nas rações, são eles: aumento da consistência das rações fareladas e/ou peletizadas, aumento na aceitabilidade, melhoria da conversão alimentar, elevação na absorção de vitaminas lipossolúveis, aumento da eficiência de utilização da energia (menor incremento calórico) e redução da taxa de passagem da digesta no trato gastrointestinal, o que permite uma melhor absorção de todos os nutrientes presentes na dieta (PUPA, 2004; BAIÃO E LARA, 2005).

Existem ainda duas propriedades de maior significância no uso de triglicerídeos para o armazenamento de energia. A primeira é que os átomos de carbono dos ácidos graxos estão mais reduzidos do que os açúcares, e a oxidação de um grama de triacilglicerídeos libera mais do que o dobro de energia quando comparada a oxidação de um grama de carboidratos. A segunda é que como os triglicerídeos são hidrofóbicos e, conseqüentemente, não hidratados o organismo que carrega gordura como fonte de energia não tem a necessidade de carregar o peso extra da água da hidratação que está associada aos polissacarídeos armazenados (Lehninger et al., 2014). Além disso, o processo de absorção dos lipídios ocorre através do transporte passivo que ocorre em grande parte no jejuno, ou seja, não há gasto de energia (SILVA et al., 2014).

Em frangos de corte o uso de lipídios como fonte de energia tem influência positiva sobre o desempenho, resultando na maioria das vezes no aumento do valor biológico. Essa melhora no desempenho é expressa através do aumento na taxa de crescimento, melhora na utilização de ingredientes das rações, assim como sobre o seu conteúdo de energia metabolizável (FERREIRA et al., 2008).



#### **1.4 Amido como fonte de energia na alimentação de aves**

O amido é o principal fornecedor de energia para frangos de corte e o produto final da sua digestão é a glicose (Weurding et al., 2001). De acordo com Lehninger et al. (2014) é o carboidrato encontrado em maior proporção nos vegetais, e constitui a principal fração dos órgãos de reserva das plantas. A estrutura molecular do amido é formada por dois polímeros de glicose: a amilose (15 a 20%) e a amilopectina (80 a 85%).

Após serem ingeridos por aves na forma de amido, os carboidratos são umedecidos pela saliva que atua como lubrificante, o que facilita a digestão. No estômago não há digestão de carboidratos devido ao pH ácido, e somente é iniciada no intestino delgado, pela ação de sacaridasas específicas, com produção final de monossacarídeos, que são absorvidos por transporte ativo, com exceção da frutose que pode ser absorvida por difusão facilitada (SILVA et al., 2014).

Em frangos de corte a utilização dos carboidratos na forma de amido de milho, amido de mandioca, glicose e sacarose melhorou o consumo de ração das aves e propiciou um maior peso vivo aos sete dias. Este efeito benéfico às aves pode estar associado à melhora da capacidade do trato gastrintestinal, em especial, do peso relativo do intestino delgado (LONGO et al, 2005).

Vale ressaltar que, o aproveitamento do amido é considerado maior que o de açúcares simples, em virtude de dietas contendo açúcares simples, como principal fonte de energia, aumentarem a taxa de passagem da digesta o que promoverá menor difusão com enzimas (MATEOS e SELL, 1980).

No entanto, em decorrência da maior parte dos carboidratos serem absorvidos através de transporte ativo, pode-se considerar que a energia dietética na forma de carboidrato gera significativamente mais calor latente de digestão do que quando a energia é disponibilizada na forma de gordura. Portanto, em condições de estresse térmico o desempenho de aves pode ser otimizado aumentando a gordura dietética ao invés de utilizar como fontes de energia níveis mais altos de carboidratos e proteínas (FERKET e GERNAT, 2006).

#### **1.5 Proteína isolada de soja como fonte de energia na alimentação de aves**

As proteínas são polímeros que são compostos de aminoácidos, unidos entre si por ligações peptídicas. As proteínas são degradadas (hidrolisadas) no sistema digestivo em aminoácidos. Em seguida, após a absorção, os aminoácidos serão reorganizados e

metabolizados para formar proteínas as quais são responsáveis por inúmeras funções dentre elas, a construção de diferentes tecidos corporais (LEHNINGER, 2014).

A exigência de proteína para manutenção do metabolismo corporal das aves e para produção de carne provém da proteína da dieta, cujos aminoácidos são responsáveis por exercerem inúmeras funções metabólicas, que vão desde constituintes primários dos tecidos estruturais e de proteção, como pele, penas, matriz óssea, ligamentos e tecidos dos órgãos e músculos, até serem precursores de inúmeros constituintes corporais não proteicos (ALBINO et al., 1999).

Em circunstâncias de excesso de aminoácidos na dieta, em relação as necessidades para manutenção e produção, esses serão catabolizados. Nesse processo de degradação da maioria dos aminoácidos, de início os grupos  $\alpha$ -amino ( $\text{NH}_4^+$ ) são deslocados pela transaminação ou desaminação oxidativa, e os esqueletos carbônicos são convertidos em intermediários anfibólicos (acetil CoA, acetoacetil CoA, piruvato ou intermediários do ciclo de Krebs). Logo, o esqueleto carbônico pode ser utilizado nas vias metabólicas envolvendo transferência de energia, pela conversão em carboidratos (glicogênese e gliconeogênese), lipídios (lipogênese) ou oxidado para  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e energia, sendo o nitrogênio residual excretado pelos rins, com alto gasto energético para o organismo (MOREIRA et al., 2014).

Assim como os outros macronutrientes, a proteína é considerada, portanto, um nutriente de extrema relevância presente na dieta dos animais, e como componente chave das células, exerce um papel imprescindível no processo da vida (LIU et al., 2015). É consequentemente, determinante na avaliação do desempenho e coeficiente de produção de animais de exploração, e gera muito interesse e desafios para os nutricionistas (DAIRO et al., 2010).

A redução de níveis proteicos na dieta de aves tem sido tema de extrema relevância para os nutricionistas, principalmente pela redução de custos com a alimentação (SALEH et al., 2016). Desta forma, existem diversas pesquisas na área da nutrição avícola que visam determinar o nível ideal de inclusão de proteína na ração, pois ainda há questionamentos a respeito de qual o nível mínimo deste nutriente pode ser utilizado na ração sem que haja comprometimento do desempenho das aves (REGINATTO et al., 2000).

A maioria dos requerimentos dietéticos de proteína de um animal é fornecida por fontes de proteína de origem vegetal. Em todo o mundo, as principais fontes de energia e proteína são, respectivamente, milho e soja. Na avicultura, o farelo de soja é a fonte de proteína mais utilizada na constituição das dietas (BESKI e SWICK, 2015).

Existem ainda outras fontes proteicas consideradas de qualidade superior ao farelo de soja como os concentrados proteicos de soja, os quais não devem conter menos que 65% de proteína em sua composição (N X 6,25 matéria seca). Dentre os concentrados, destaca-se a "Proteína Isolada de Soja", que foi reconhecida pela Associação Nacional de Processadores de Soja e aceita pela Food and Drug Administration (FDA) e pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), como: a maior fração proteínica de soja preparada a partir de soja de alta qualidade, limpa e descascada, após a remoção dos componentes não proteicos e contém pelo menos 90% de proteína (x 6,26) na matéria seca (APPLEWHITE, 1989).

Em virtude do baixo conteúdo de polissacarídeos e oligossacarídeos não amiláceos (oligosacarídeos: rafinose e estaquiose), os quais são removidos durante o processamento da Proteína Isolada de Soja e da alta digestibilidade da proteína que constitui o ingrediente, este é portanto, considerado de melhor qualidade ao substituir o farelo de soja (PARSONS et al., 2000).

Outro aspecto positivo inerente a utilização da proteína isolada de soja é que segundo Genovese e Lajolo (1998) a mesma apresenta baixa atividade inibitória de tripsina, isso ocorre em decorrência do processamento deste isolado proteico. De acordo com Honig et al. (1987) os inibidores de tripsina encontram-se na fração solúvel que é descartada, após precipitação ácida das proteínas do extrato bruto.

## **1.6 Influência da temperatura sobre o desempenho**

As aves assim como outros animais tendem a utilizar grande parte dos processos de conversão da energia metabólica para manter as condições biológicas internas sob controle, em circunstâncias de mudanças bruscas de temperatura a energia destinada aos processos de produção são desviados para a manutenção da homeostase corporal (BRANDÃO, 2008).

Sob condições muito quentes, as aves podem ser incapazes de dissipar o calor resultante do calor da termogênese associado à atividade metabólica normal, incluindo o metabolismo dos nutrientes, além disso, a exigência de energia da ave é reduzida. O efeito combinado destes fatores resultará na redução do consumo de ração, portanto, a concentração de nutrientes na dieta deve ser aumentada para assegurar o atendimento das exigências nutricionais (FERKET e GERNAT, 2006).

O consumo de ração em frangos de corte diminui em aproximadamente 1,72% para cada 1°C de variação na temperatura ambiental entre 18 e 32°C (FERNANDES et al., 2014). Já Silva et al. (2012) mostraram que codornas japonesas reduzem o consumo de ração em

cerca de 83 mg/1° C em ambiente com temperatura variando de 18 a 28° C. Lima et al. (2014) também observaram um declínio no consumo de 100 para 88 mg diários em codornas japonesas alojadas de 22 a 34 dias de idade em temperatura de 25 a 34° C. Jordão Filho et al. (2011) observaram que a exigência de energia para manutenção diminui à medida que a temperatura ambiente aumenta, que é explicado pela menor necessidade de gasto de energia pelas aves para produção de calor e, assim, manter a homeotermia corporal.

De uma forma geral, as codornas exigem um alto nível de proteína e uma baixa relação energia: proteína comparada com frangas e frangos de corte (SILVA e COSTA, 2009). As codornas produzem mais calor que outras espécies de aves por apresentar maior atividade motora, mas perdem este calor com maior facilidade devido à alta relação superfície: massa corporal o que garante maior tolerância desta espécie ao calor sem alterar severamente o consumo (SILVA et al., 2006; SOUSA et al., 2014).

Segundo Sousa et al. (2014) a temperatura de conforto de codornas de corte entre a quarta e quinta semana de vida situa-se respectivamente entre 26,7° e 25,6° C, o que é superior a exigida pelos frangos de corte entre 20 a 22° C.

De acordo com Furlan (2005) a zona de conforto térmico, é a faixa de temperatura ambiente efetiva em que a taxa metabólica desses animais é mínima e a manutenção da temperatura corporal é mantida com o menor gasto energético. Segundo Nazareno et al. (2009) nestas circunstâncias, as aves encontram excelentes condições de demonstrar seu melhor potencial produtivo.

Assim, a maximização da tolerância das codornas a temperatura acima da zona de conforto térmico de frangos deve ser induzida com a redução do nível de proteína e maior proporção de lipídios como principal fonte energética da dieta (SILVA et al., 2012).

É importante destacar ainda que características fisiológicas como: temperatura retal, frequência respiratória e temperatura cloacal são caracterizadas como parâmetros essenciais no sentido de definir as condições de conforto ou stress das aves (GUIMARÃES et al., 2014).

### **1.7 Influência da relação entre energia e proteína no metabolismo**

A utilização de fontes lipídicas, como óleos e gorduras, tornou-se prática comum em rações de aves, principalmente no intuito de aumentar a concentração de nutrientes e a densidade nutricional das rações, aumentando o efeito extracalórico. No entanto, sabe-se que deve ser respeitada a quantidade de componentes gordurosos na ração, pois há comprovação científica que níveis muito elevados provocam maiores deposições de gorduras na carcaça,

com consequente depreciação, além do mais é comprovado que quando se eleva os níveis de gorduras das rações diminui a eficiência de utilização da energia para deposição de proteína (FERNANDES et al., 2014).

No entanto, dietas formuladas com altos níveis energéticos, e com adequada relação entre proteína e aminoácidos, para aves em estresse por calor, podem suprir as necessidades nutricionais destas aves, mesmo com a redução no consumo de ração (DALE e FULLER, 1979). Assim, tanto a quantidade quanto a relação entre a energia metabolizável e os níveis de proteína na dieta apresentam forte influência no desempenho das aves (HADA et al., 2013).

Deste modo, o incremento calórico (calor produzido pelo metabolismo em decorrência da ingestão de alimentos) pode ser reduzido, através da introdução adequada dos níveis energéticos e proteicos, com o uso de fontes lipídicas como óleos, e fornecimento de fontes de proteína bruta e aminoácidos na dieta (CHURCH e POND, 1988). Visto que quando há excesso de proteína nas dietas apesar das necessidades de aminoácidos serem supridas, por estarem acima da necessidade, ao serem metabolizados aumentam a produção de calor o que influencia de forma negativa sobre o desempenho das aves (SILVA et al., 2006).

Em frangos de corte, sabe-se que após a ingestão da proteína bruta, 30% do total são excretados, via de regra na forma de ácido úrico (LECLERCQ, 1996 apud SILVA et al., 2001). Sabe-se também que o custo para excretar aminoácidos é muito superior quando se compara com a incorporação dos mesmos, portanto, esse custo é extremamente dispendioso para o animal, pode ser necessários até 18 mols de ATP para excreção de apenas um aminoácido, a depender da quantidade de nitrogênio dos aminoácidos, em contra partida para incorporação são necessários apenas 4 mols de ATP. Assim, quando ocorre excesso de aminoácidos parte da energia que seria destinada para deposição de tecido magro passa a ser utilizada no processo de excreção de nitrogênio (COSTA et al., 2001).

O consumo de proteína em excesso é dispendioso, porque ela não será armazenada pelos animais, e sim catabolizada para a formação de energia (tecidos de reserva de gordura). Isto ocorre porque a síntese muscular é fisiologicamente controlada, havendo um limite para deposição diária de proteína, independentemente de sua ingestão (CORRÊA et al., 2008).

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local**

O experimento foi conduzido nas instalações do Laboratório de Avicultura pertencente ao Departamento de Ciência Animal, Campus de Bananeiras da Universidade Federal da Paraíba, no período de 16 de dezembro de 2016 a 09 de janeiro de 2017. Todos os procedimentos nesse estudo foram realizados em acordo com Protocolo Registro CEUA/UFPB 060/2016 pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Paraíba.

### **2.2 Animais e alojamento na fase experimental**

No período de 10 a 35 dias foi utilizado um total de 588 codornas europeias mistas (machos e fêmeas). As aves foram alojadas de 1 até 10 dias de idade em sistema convencional de criação, em círculo de proteção com aquecimento, iluminação e fornecimentos de água e ração controladas 24 horas.

Aos 10 dias de idade as codornas foram pesadas e distribuídas em gaiolas metálicas instaladas em salas climatizadas, sendo alojadas 294 aves na sala com temperatura de conforto ( $26 \pm 0,1$  °C) e 294 na sala com temperatura quente ( $35 \pm 0,1$  °C).

Cada sala experimental contou com três baterias de gaiolas, e capacidade de alojar 315 aves. As baterias continham cinco andares, com três gaiolas por andar, sendo suas dimensões de 100 cm de comprimento por 34 cm de largura e 16 cm de altura. As gaiolas

foram equipadas com comedouros lineares galvanizados, e bebedouros tipo *nipple*. A densidade de alojamento utilizada foi de 188,7 cm<sup>2</sup>/ave. As médias de umidade na sala de conforto térmico e na sala quente foram de 68,43 e 62,15%, respectivamente.

## 2.3 Manejo

Durante o período experimental as aves receberam ração e água à vontade. O programa de iluminação foi de 24 h/dia de luz artificial, enquanto as temperaturas e umidades relativa do ar foram verificadas em intervalos de  $\pm 1$  min através de sensores de medição de temperatura, luminosidade e gases para cada sala e digitalizados diariamente em planilha eletrônica. O aquecimento das salas foi realizado com o auxílio de lâmpadas aquecedoras de 250 watts e o resfriamento através da utilização de aparelhos de ar condicionado, com acionamento acoplado a um termostato.

As aves e as sobras de ração foram pesadas ao final do período experimental, para se obter o peso final das codornas, ganho de peso e o cálculo do consumo de ração e conversão alimentar ajustados pela mortalidade.

## 2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso em esquema fatorial (2 x 3 + 1) x 2, totalizando 14 tratamentos, sendo duas relações E: P (108 e 148), três fontes de energia (amido de milho, óleo vegetal e proteína isolada de soja) e uma dieta controle (128:1 de E: P), cada tratamento foi constituído por sete parcelas de seis aves. A dieta controle foi formulada de acordo com as sugestões de Silva e Costa (2009). As demais dietas foram formuladas com a substituição integral de cerca de 15% da EMAn da dieta (440 kcal) fornecida pelo amido de milho (AMI) pela energia do óleo de soja (OLS) e da proteína isolada de soja (PIS) que resultaram em sete dietas iso-energéticas, conforme constam nas Tabelas 1, 2 e 3.

**Tabela 1.** Dietas experimentais da fase de crescimento (10 a 35 dias de idade)

Tratamentos	Dietas
1	Controle de relação E: P (128:1), com milho e farelo de soja
2	Alta relação E: P (148:1), tendo AMI como fonte de 15% da EMAn
3	Alta relação E: P (148:1), tendo OLS como fonte de 15% da EMAn
4	Alta relação E: P (148:1), tendo PIS como fonte de 15% da EMAn
5	Baixa relação E: P (108: 1), tendo AMI como fonte de 15% da EMAn

---

6	Baixa relação E: P (108: 1), tendo OLS como fonte de 15% da EMAn
7	Baixa relação E: P (108:1), tendo PIS como fonte de 15% da EMAn

---



**Tabela 2.** Composição percentual dos ingredientes das rações experimentais para codornas de corte (10 a 35 dias de idade)

Ingredientes	Composição de Ingredientes						
	Controle	Alta E: P <sup>1</sup>			Baixa E: P		
		AMI	OLS	PIS	AMI	OLS	PIS
Milho, 8,8% PB	52,56	51,21	-	13,00	40,95	38,57	56,05
Farelo de Soja, 45% PB	38,53	27,66	14,30	0,117	25,29	46,65	15,56
Farinha de Carnes e Ossos	3,29	3,371	19,12	4,655	6,871	5,986	12,27
Sorgo Baixo Tanino	-	-	56,19	58,35	-	-	-
Farelo Trigo	-	-	-	5,000	-	-	-
<b>Proteína Isolada Soja (88% PB e 3.651 kcal EMAn)</b>	-	<b>2,156</b>	-	<b>12,04</b>	<b>11,11</b>	<b>0,772</b>	<b>12,04</b>
<b>Amido (0% PB e 3.528 kcal EMAn)</b>	-	<b>12,46</b>	-	-	<b>12,46</b>	-	-
<b>Óleo de Soja (0% PB e 8.790 kcal EMAn)</b>	<b>2,622</b>	-	<b>5,000</b>	-	-	<b>5,000</b>	-
Calcário	1,092	1,087	1,103	1,209	1,118	1,089	1,130
Fosfato Bicálcico	0,939	1,043	1,155	1,019	0,984	0,877	1,038
Sal Comum	0,342	0,321	0,207	0,329	0,282	0,286	0,238
DL-Metionina	0,308	0,262	0,472	0,274	0,387	0,400	0,431
L-Lisina	0,064	0,097	0,681	0,313	0,092	0,051	0,318
L-Treonina	-	-	0,304	0,068	0,016	0,010	0,108
L-Arginina	-	0,032	0,637	0,178	-	-	0,212
L-Valina	-	0,012	0,319	0,030	0,044	0,036	0,157
L-Triptofano	-	0,036	0,093	0,162	0,142	0,011	0,195
Cloreto de Colina	0,060	0,060	0,150	0,060	0,060	0,060	0,060
Cloreto de Potássio	-	-	-	0,500	-	-	-
Suplemento Vitamínico <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,150	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Mineral <sup>4</sup>	0,070	0,070	0,100	0,070	0,070	0,070	0,070
BAC-zinco <sup>3</sup>	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
B H T <sup>5</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte <sup>6</sup>	-	-	-	2,500	-	-	-
<b>Total</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>

<sup>1</sup> As relações EM:PB foram estabelecidas de acordo com as Tabelas para codornas japonesas e europeias – (Costa e Silva, 2009)

<sup>2</sup> Composição básica do produto (*basic composition of product*): Níveis de garantia por kg do produto (*Guarantee levels/kg of product*): Vitamina A 10.000.000 U.I, Vitamina D3 2.500.000 U.I, Vitamina E 6.000 U.I, Vitamina K 1.600mg, Vitamina B12 11.000, Niacina 25.000 mg, Ácido fólico 400 mg, Ácido pantotênico 10.000 mg, Selênio 300 mg, Antioxidante 20 g, Veículo (*vehicle*) qsp – 1000 g.

<sup>4</sup> Composição básica do produto (*basic composition of product*): Monóxido de manganês, óxido de zinco, sulfato de ferro, sulfato de cobre, iodeto de cálcio, veículo q.s.p – 1000 g. Níveis de garantia por kg do produto (*Guarantee levels/kg of product*): Mg150.000 mg, Zn 100.000 mg, Fe 100.000 mg, Cu 16.000 mg, I 1.500 mg.

<sup>3</sup> Bacitracina de zinco.

<sup>5</sup> BHT.

<sup>6</sup> Areia lavada.

**Tabela 3.** Composições nutricionais das rações experimentais para codornas de corte (10 a 35 dias de idade)

Nutrientes	Controle <sup>1</sup>	Relações E: P / Fontes de energia					
		Alta E: P			Baixa E: P		
		AMI	OLS	PIS	AMI	OLS	PIS
<b>Proteína bruta, % - Calculada</b>	<b>23,00</b>	<b>19,93</b>	<b>19,93</b>	<b>19,93</b>	<b>27,00</b>	<b>27,00</b>	<b>27,00</b>
<b>Proteína bruta, % - Analisada</b>	<b>22,75</b>	<b>20,30</b>	<b>19,93</b>	<b>19,93</b>	<b>27,00</b>	<b>27,00</b>	<b>27,00</b>
<b>EMAn, Mcal/kg</b>	<b>2,950</b>	<b>2,950</b>	<b>2,960</b>	<b>2,950</b>	<b>2,950</b>	<b>2,950</b>	<b>2,950</b>
Amido	37,79	46,69	40,72	47,07	37,12	30,04	37,56
Extrato etéreo	5,510	2,680	9,260	2,940	2,710	7,860	2,380
Fibra Bruta %	1,830	2,530	2,290	2,200	2,290	3,310	3,510
Cálcio, %	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
Fósforo disponível, %	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290	0,290
Arginina dig aves, %	1,400	1,220	1,220	1,220	1,660	1,660	1,660
Metionina dig aves, %	0,593	0,512	0,614	0,518	0,713	0,716	0,737
Met + cist dig aves, %	0,890	0,770	0,770	0,770	1,050	1,050	1,050
Lisina dig aves, %	1,140	0,990	0,990	0,990	1,350	1,350	1,350
Treonina dig aves, %	0,747	0,640	0,640	0,640	0,870	0,870	0,870
Potássio, %	0,881	0,698	0,487	0,627	0,730	1,015	0,642
Sódio (%)	0,170	0,160	0,190	0,170	0,160	0,160	0,170
Cloro (%)	0,271	0,255	0,254	0,269	0,249	0,248	0,254
Triptofano dig aves (%)	0,250	0,220	0,220	0,220	0,300	0,300	0,300
Valina dig aves (%)	0,932	0,810	0,810	0,810	1,110	1,110	1,110
Balanço Eletrolítico (mEq/kg)	222,70	176,22	160,93	158,30	186,09	259,23	166,36
Relação E: P (Kcal EM: %)	128:1	148:1	148:1	148:1	108:1	108:1	108:1

<sup>1</sup>Níveis nutricionais sugeridos por Silva e Costa (2009).

## 2.5 Análises de desempenho e rendimento de carcaça

O desempenho dos animais foi registrado, a cada 12 dias, tomando-se ganho de peso (g/ave); consumo de ração (g/ave) e conversão alimentar [consumo (g) / ganho (g)].

Para o registro do ganho de peso das codornas foi utilizada uma balança de precisão, sendo os animais de cada unidade experimental (6 codornas) pesados em grupo. O consumo de ração foi calculado pela diferença entre a ração fornecida e as sobras de ração. A mortalidade por cada tratamento foi anotada diariamente, e a viabilidade foi calculada em percentagem das aves sobreviventes ao final de cada período em relação ao número de aves que iniciaram em cada fase experimental.

Aos 35 dias de idade foram selecionadas, três aves por gaiola para o abate, com peso próximo a média de peso das codornas em cada tratamento, perfazendo 21 aves por tratamento. Após o jejum de aproximadamente 12 horas, as aves foram submetidas a sangria, depois escaldagem, depenagem, evisceração e cortes. Na determinação do rendimento de carcaça considerou-se o peso da carcaça eviscerada (sem vísceras, pés e cabeça) em relação ao peso vivo da ave. As pernas, peito, asas e os órgãos comestíveis (fígado, moela, e coração) foram pesados e seus rendimentos calculados em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 2000), de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + R_j + T_k + (ER)_{ij} + (RT)_{jk} + (ET)_{ik} + (ERT)_{ijk} \varepsilon_{ijkl}, \text{ em que:}$$

Em que:

$Y_{ijkl}$  = observação relativa ao efeito da i-ésima fonte de energia, j-ésima relação E: P, e k-ésima temperatura ambiente na l-ésima parcela experimental;

$\mu$  = média geral;

$E_i$  = efeito da i-ésima fonte de energia, sendo i = amido, óleo de soja e proteína isolada de soja;

$R_j$  = efeito da j-ésima relação E: P, sendo j = 108:1, 128: 1, 148:1;

$T_k$  = efeito da k-ésima temperatura sala sendo k = 26 e 35° C;

$ER_{ij}$  = efeito da interação entre i-ésima fonte de energia com a j-ésima relação energia: proteína;

$ET_{ik}$  = efeito da interação entre i-ésima fonte de energia com a k-ésima temperatura ambiente;

$TR_{kj}$  = efeito da interação entre k-ésima temperatura ambiente com a j-ésima relação energia: proteína;

$(e_{ijkl})$  = erro experimental associado a cada observação.

Quando o valor de F foi significativo ( $P \leq 0,05$ ) para interação foram avaliados os efeitos da combinação de dois fatores principais (E: P x Temperatura x Fontes de E) sobre os resultados das variáveis estudadas, entretanto, na ausência de interação significativa ( $P > 0,05$ ) apenas a influência dos fatores principais (rel. E: P, Temperatura, Fontes de E) foi avaliada. O teste F foi considerado conclusivo na comparação das relações E: P e dos ambientes térmicos. Quando o teste F foi significativo para as três fontes de energia, aplicou-se o teste Duncan (5%) de comparação múltipla de médias, assim como para as comparações entre as médias das fontes de energia, das salas e das relações E: P nos desdobramentos das interações.

Foram aplicados contrastes ortogonais ( $P \leq 0,05$ ) para comparar os resultados do tratamento controle com os tratamentos dentro de cada ambiente térmico.

## **2.6 Avaliação microscópica das vilosidades intestinais**

Para a morfometria da mucosa do intestino delgado, foram utilizadas quatro aves por tratamento. Foram coletadas amostras de aproximadamente 1 cm da porção média do duodeno, jejuno e íleo de cada ave. Avaliaram-se nas análises histológicas a altura de vilo, largura de vilo, profundidade de cripta, relação vilosidade: cripta e área de absorção.

As amostras dos três segmentos intestinais foram abertas longitudinalmente, lavadas em soro fisiológico, (NaCl 0,9%) e fixadas em solução de Bouin por 24 horas, em coletores universais identificados de acordo com os tratamentos. Posteriormente, foram recortadas e mantidas em álcool etílico (70%) para retirada do fixador. Em seguida, foram desidratadas em soluções com concentrações crescentes de álcool, (80, 90 e 100%), depois diafanizadas em xilol e, após esse processo os tecidos foram embebidos em parafina líquida a 60°C, seguida da inclusão em parafina. Após, foi excretada a microtomia semi-seriada, a uma espessura de 5 micrômetros ( $\mu m$ ), as fitas retiradas foram transferidas para um banho-maria a uma temperatura de 40°C e embebidas em lâminas identificadas por tratamento, foram confeccionadas uma lâmina por bloco, totalizando 4 blocos por tratamento, posteriormente estas foram coradas com Hematoxilina de Harris e Eosina Amarelada. As lâminas foram então seladas utilizando lamínulas e entellan. As lâminas foram observadas utilizando-se

microscópio Olympus BX-60 e câmera ZeissAxioCam acoplada com programa de captura de imagens digitais MoticImage Plus 2.0.

Foram efetuadas 40 leituras para cada variável avaliada por tratamento. A altura de vilo foi medida a partir da região basal do vilo, coincidente com a porção superior das criptas ao seu ápice. As criptas foram medidas da sua base até a região de transição cripta: vilosidade. A largura de vilo foi medida a partir da região medial do vilo. A relação vilosidade: cripta foi determinada a partir da divisão da média das alturas de vilosidades pela média das profundidades das criptas. A área de absorção foi determinada pela multiplicação entre a altura do vilo e a largura do vilo.

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa SAS, aplicou-se o teste Duncan (5%) de comparação múltipla de médias. Também foram aplicados contrastes ortogonais ( $P \leq 0,05$ ) para comparar os resultados do tratamento controle com os demais tratamentos dentro de cada ambiente térmico.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Efeito dos fatores principais sobre o desempenho de codornas de 10 a 22 dias de idade

Existiram interações significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre a fonte de energia e a relação E: P ( $P \leq 0,05$ ) para o ganho de peso e a conversão alimentar e da fonte com o ambiente térmico ( $P \leq 0,05$ ) para o ganho de peso (Tabela 4).

O aumento da temperatura ambiente de 26° para 35° C deprimiu o consumo de ração das codornas ( $P \leq 0,05$ ). Da mesma forma, frangos submetidos ao estresse pelo calor reduzem o consumo de ração no intuito de diminuir a produção de calor metabólico e manter a homeotermia (BAZIZ et al., 1996; BRIDI 2006).

**Tabela 4.** Desempenho de codornas europeias de 10 a 22 dias de idade

Fontes de Energia (F)	Consumo de Ração (g/ave)	Ganho de Peso (g/ave)	Conversão Alimentar (g/g/ave)
Amido	183,23±3,72 <sup>1</sup>	79,16±1,67 <sup>B</sup>	2,324±0,04 <sup>A</sup>
Óleo de Soja	185,37±3,12	83,89±1,97 <sup>A</sup>	2,227±0,04 <sup>B</sup>
Proteína Isolada de Soja	179,58±2,91	76,47±1,68 <sup>B</sup>	2,369±0,05 <sup>A</sup>
Relação de E: P (R)			
Alto	182,33±2,78	74,90±1,56 <sup>B</sup>	2,451±0,03 <sup>A</sup>
Baixo	183,26±2,57	84,84±1,04 <sup>A</sup>	2,163±0,03 <sup>B</sup>
Ambiente (A)			
Conforto	195,92±1,91 <sup>A</sup>	84,89±1,36 <sup>A</sup>	2,328±0,03
Estresse	170,03±1,48 <sup>B</sup>	75,12±1,18 <sup>B</sup>	2,282±0,03
Anova			
Fontes de Energia (F)	0,347	0,001	0,004
Relação de E: P (R)	0,390	0,001	0,001
Ambiente (A)	0,001	0,001	0,165
F*R	0,561	0,042	0,006
F*A	0,227	0,020	0,087
R*A	0,381	0,145	0,084
F*R*A	0,017	0,021	0,255
CV (%)	5,97	6,95	5,90

<sup>A,B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste Duncan ( $P \leq 0,05$ ); CV = coeficiente de variação; <sup>1</sup> = erro padrão da média.

Semelhante queda no consumo de ração foi encontrado por Faria Filho et al. (2006) com frangos quando a temperatura ambiente subiu de 20 para 25 e 32 °C. Segundo Silva et al. (2012) o consumo de ração das codornas japonesas cai em média 83 mg/dia para cada aumento de 1° C na temperatura ambiente de 18 para 28° C. De acordo com Fernandes et al.

(2014) os frangos de corte também reduzem o consumo de ração em 1,72% com o aumento de 1° C quando a temperatura ambiental sobe de 18 para 32° C.

### 3.1.2 Efeito da interação no desempenho de codornas de 10 a 22 dias de idade

Na Tabela 5 constam os desdobramentos dos efeitos das interações entre a fonte de energia e a relação energia: proteína (E: P) sobre o ganho de peso e conversão alimentar e do ambiente térmico com a fonte de energia sobre o ganho de peso.

Na alta relação E: P (148 kcal EMAn: 1% PB) os melhores resultados para ganho de peso e conversão alimentar ( $P \leq 0,05$ ) foram obtidos com as dietas contendo AMI e OLS comparadas à dieta com PIS. O provável menor rendimento líquido de energia com o maior catabolismo proteico da dieta contendo PIS ajuda a explicar este resultado. Segundo Emmans (1994) a proteína tem baixa eficiência de utilização como fonte energética, o que acarreta maior incremento calórico e perdas energética pela excreção de compostos nitrogenados.

**Tabela 5.** Desdobramento da interação entre a fonte de energia com a relação E: P e o ambiente sobre o ganho de peso e a conversão alimentar de codornas europeias de 10 a 22 dias de idade

Fontes de Energia (F)	Ganho de Peso (g/ave)			
	Relação de E: P (R)		Ambiente	
	Alta	Baixa	Conforto	Estresse
Amido	75,72 <sup>Ab</sup>	82,89 <sup>Ba</sup>	84,77 <sup>Ba</sup>	73,35 <sup>Ab</sup>
Óleo de Soja	79,17 <sup>Ab</sup>	88,62 <sup>Aa</sup>	90,29 <sup>Aa</sup>	76,91 <sup>Ab</sup>
Proteína Isolada de Soja	68,89 <sup>Bb</sup>	82,87 <sup>Ba</sup>	78,38 <sup>Ca</sup>	73,76 <sup>Ab</sup>
Fontes de Energia (F)	Conversão alimentar(g/g)			
Amido	2,404 <sup>Ba</sup>	2,238 <sup>Ab</sup>	-	-
Óleo de Soja	2,370 <sup>Ba</sup>	2,084 <sup>Bb</sup>	-	-
Proteína Isolada de Soja	2,601 <sup>Aa</sup>	2,173 <sup>ABb</sup>	-	-

<sup>A,B</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste Duncan ( $P \leq 0,05$ ) em função das diferentes fontes de energia;

<sup>a,b</sup>Médias seguidas de letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste Fisher ( $P \leq 0,05$ ) em função das diferentes relações E: P;

Na baixa relação E: P (108: kcal EMAn: 1% PB) a dieta que continha OLS como fonte energética proporcionou maior ganho de peso que a dieta contendo AMI e PIS e melhor conversão alimentar comparada a dieta com AMI ( $P \leq 0,05$ ). O OLS aumenta a eficiência de utilização da energia para o ganho de peso das aves comparada as dietas com AMI e PIS o que, provavelmente, está associado ao efeito extracalórico dos lipídios, com maior rendimento de energia líquida pelo maior tempo de retenção da digesta no trato gastrointestinal contribuindo para melhorar a digestibilidade dos nutrientes, além de, reduzir o incremento

calórico de absorção e metabolismo dos ingredientes de origem animal e potencializar o aproveitamento dos ácidos graxos saturados das matérias primas de origem animal. A hipótese do efeito extracalórico dos lipídeos corrobora a afirmação de Latshaw e Moritz (2009) que estes tem melhor eficiência de utilização comparada aos carboidratos e proteína.

Dentro de cada fonte de energia, a redução da relação E: P de 148:1% para 108:1%, elevou a proteína da dieta de 19% para 27% implicando em melhores ganho de peso e conversão alimentar das codornas ( $P \leq 0,05$ ). Resultado semelhante foi encontrado por Silva et al. (2001), em frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, à medida que relação E: P caiu de 188 para 168, 148 e 128 kcal/1%PB o ganho de peso dos frangos e a conversão alimentar melhoraram.

É provável que os melhores ganhos de peso e conversão alimentar ( $P \leq 0,05$ ) das codornas alimentadas com a dieta de baixa relação E: P contendo OLS foram causados pelas maiores deposições de proteína e de lipídios na carcaça das codornas, decorrentes também de um maior desenvolvimento do peito, que constitui cerca de 42% do peso da carcaça. Este resultado corrobora a hipótese que a adição de uma fonte lipídica à dieta aumenta a energia líquida da ração pelo já mencionado efeito extracalórico.

De acordo com Baião e Lara (2005) a retenção de 1 g de energia no corpo da ave a partir de carboidratos ou proteínas requer maiores quantidades desses nutrientes em comparação com a retenção de 1 g de energia a partir de lipídios. Segundo Emmans (1994), o calor produzido no catabolismo dos lipídios é igual ao calor de combustão, enquanto que no catabolismo de proteína ocorrem perdas de energia na urina na forma de compostos nitrogenados, de modo que, a produção de calor do catabolismo de proteína no metabolismo é menor que seu calor de combustão.

O melhor desempenho das codornas alimentadas de 10 a 22 dias de idade com 27% de PB comparado às dietas com 19% de PB corrobora a recomendação de 27% de proteína na dieta de codornas europeias de 7 a 21 dias de idade de Corrêa et al. (2007) e àquela de Silva e Costa (2009) de 25% de proteína. Dowarah e Sethi (2014), também, recomendaram 27% de proteína na dieta de codornas japonesas de 5 a 27 dias de idade em virtude do maior ganho de peso e eficiência alimentar.

Houve interação significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre a fonte de energia e o ambiente térmico no ganho de peso das codornas ( $P \leq 0,05$ ). No ambiente de conforto térmico, a dieta contendo OLS, ao promover melhor ganho de peso, se destacou na comparação com as dietas contendo AMI e PIS. E o pior ganho de peso foi apresentado pelas codornas alimentadas com a dieta contendo PIS. No ambiente de estresse térmico, embora as fontes de energia não afetarem

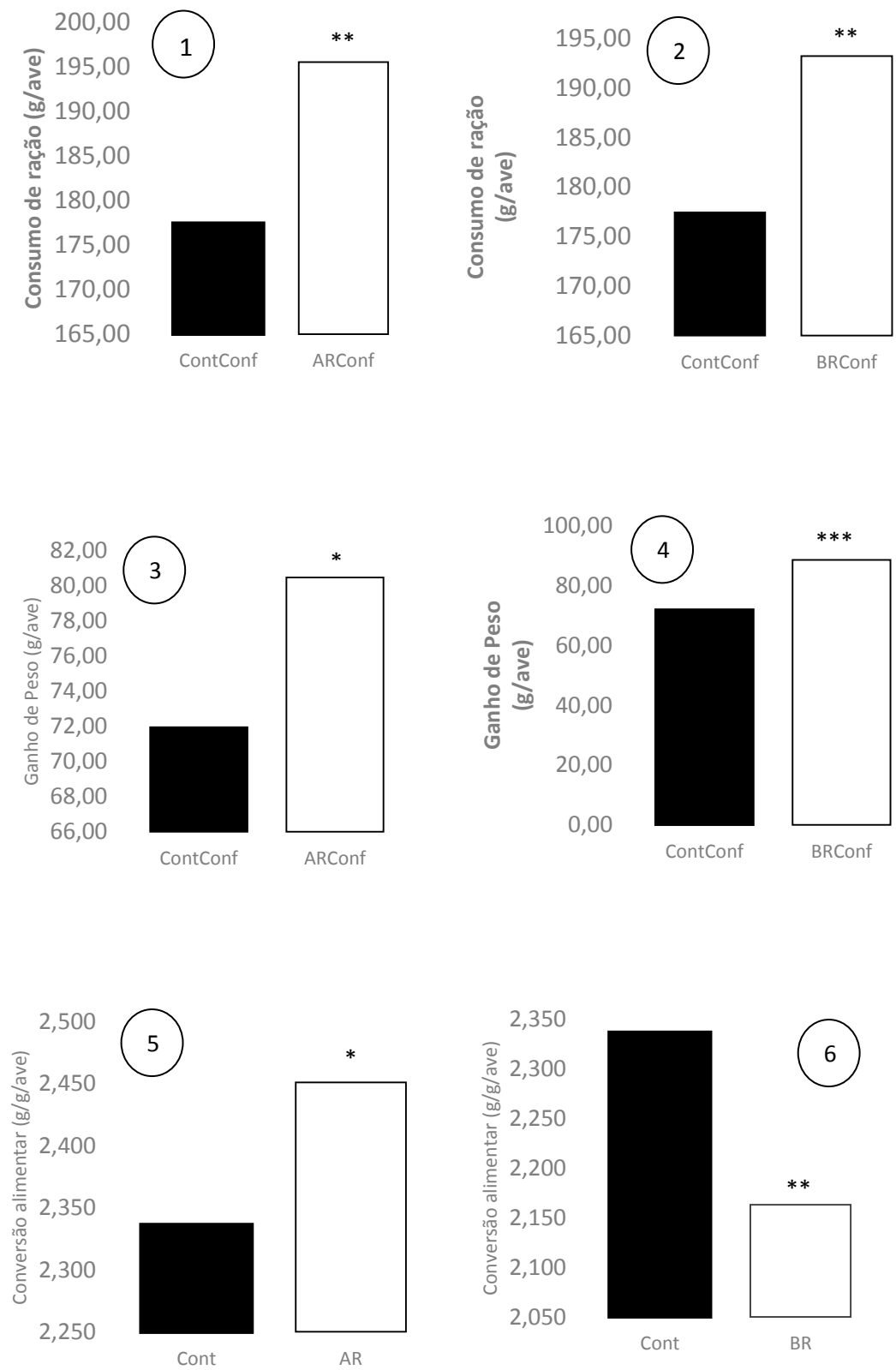


significativamente o ganho de peso ( $P>0,05$ ), a dieta contendo OLS melhorou esta variável em 4,8% e 3,5% em comparação, respectivamente, com as dietas contendo AMI e PIS (Tabela 5). Segundo Brandão (2008), ambientes de estresse térmico causam prejuízos a utilização dos diferentes nutrientes, nestas condições as aves tendem a utilizar os processos de conversão da energia metabólica para manter a homeostase térmica, assim, em circunstâncias de mudanças bruscas de temperatura a energia destinada ao crescimento é desviada para manter a termoneutralidade.

O ambiente de conforto térmico proporcionou maior ganho de peso em comparação com o ambiente de estresse pelo calor ( $P\leq 0,05$ ). Resultado semelhante foi encontrado por Sousa et al. (2014), que ao avaliarem o desempenho de codornas europeias de 22 a 35 dias de idade criadas à temperaturas de 26, 30 e 33° C, encontraram maior ganho de peso para as codornas mantidas em ambiente térmico de 26° C.

### **3.2 Efeito do contraste no desempenho de codornas de 10 a 22 dias de idade**

No ambiente de conforto térmico, o menor consumo de ração foi encontrado para as codornas alimentadas com a dieta controle ( $P\leq 0,01$ ) comparadas com as codornas recebendo as dietas de alta e de baixa relação E: P (Figuras 1 e 2). Da mesma forma, maiores ganhos de peso foram observados nas codornas alimentadas com as dietas de alta ( $P\leq 0,05$ ) e de baixa ( $P\leq 0,001$ ) relação E: P comparadas às codornas do tratamento controle (Figuras 3 e 4). No entanto, as codornas recebendo a dieta de alta relação E: P demonstraram pior conversão e as tratadas com a dieta de baixa relação E: P apresentaram melhor conversão alimentar que as codornas da dieta controle (Figuras 5 e 6). Desta forma, pode-se afirmar que de 10 a 22 dias melhor conversão alimentares em codornas europeias é possível quando a dieta contém 27% de PB comparada a dietas com 23% e 19% de PB. Estes resultados confirmam a recomendação de 25% de PB na dieta de codornas europeias de 1 a 21 dias de idade (SILVA e COSTA, 2009; SILVA et al., 2012).

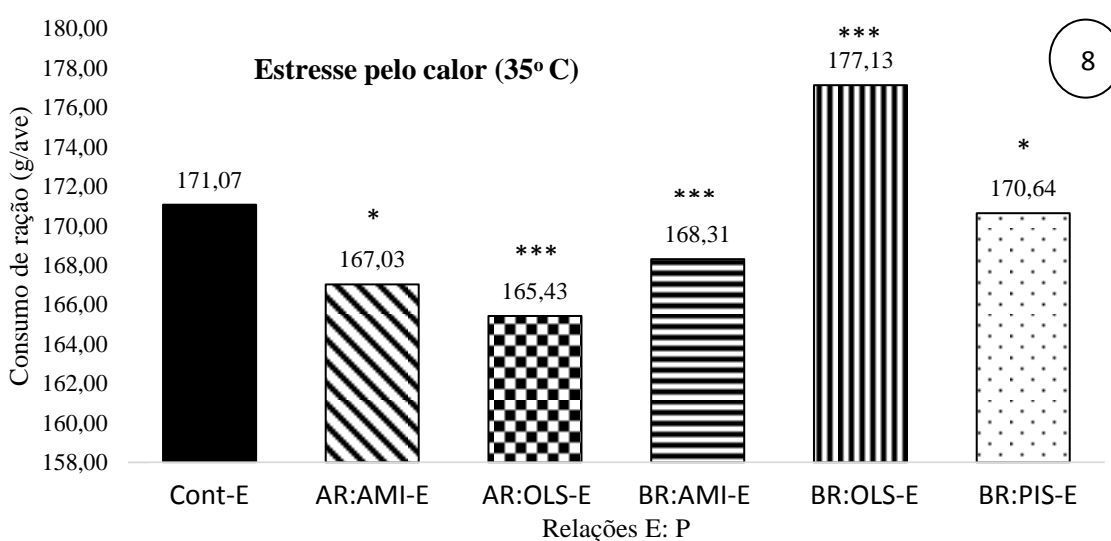
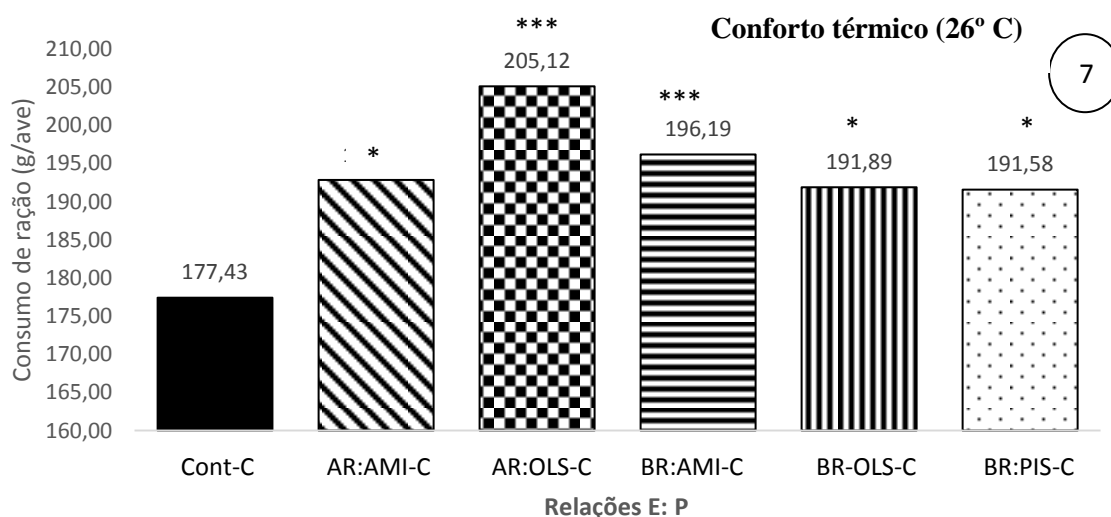


**Figuras 1-6.** Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de codornas europeias de 10 a 22 dias de idade em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E:

P (AR/BR) no ambiente de conforto térmico (26° C). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\*(p<0,01); \*\*\*(p<0,001).

No ambiente de conforto térmico, o consumo de ração das dietas de alta relação E: P contendo AMI e OLS e as dietas de baixa relação E: P contendo AMI, OLS e PIS aumentou comparado ao consumo da dieta controle (P≤0,05).

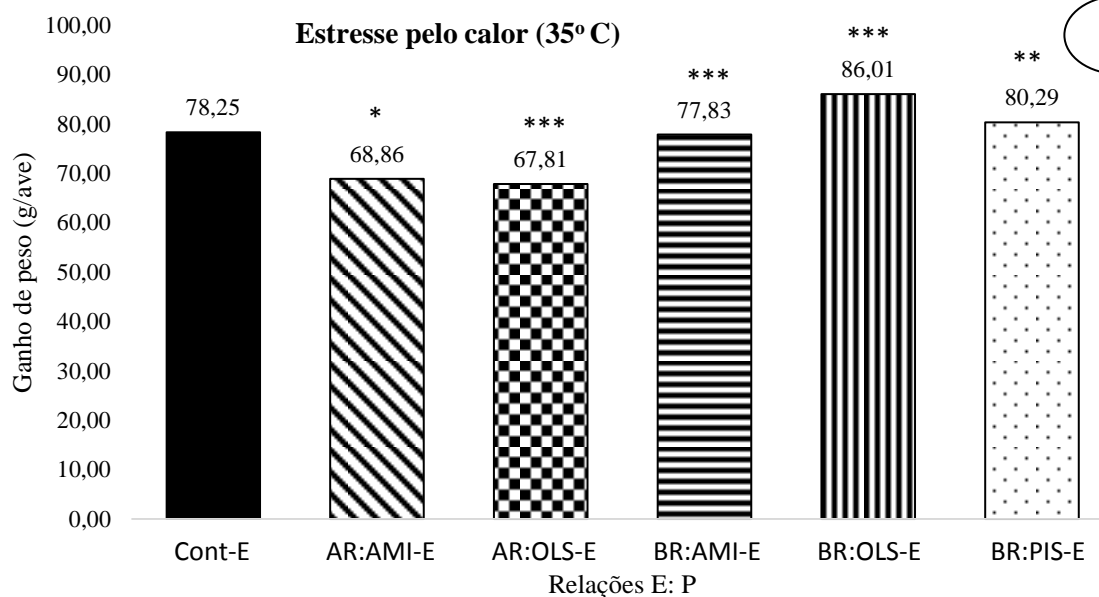
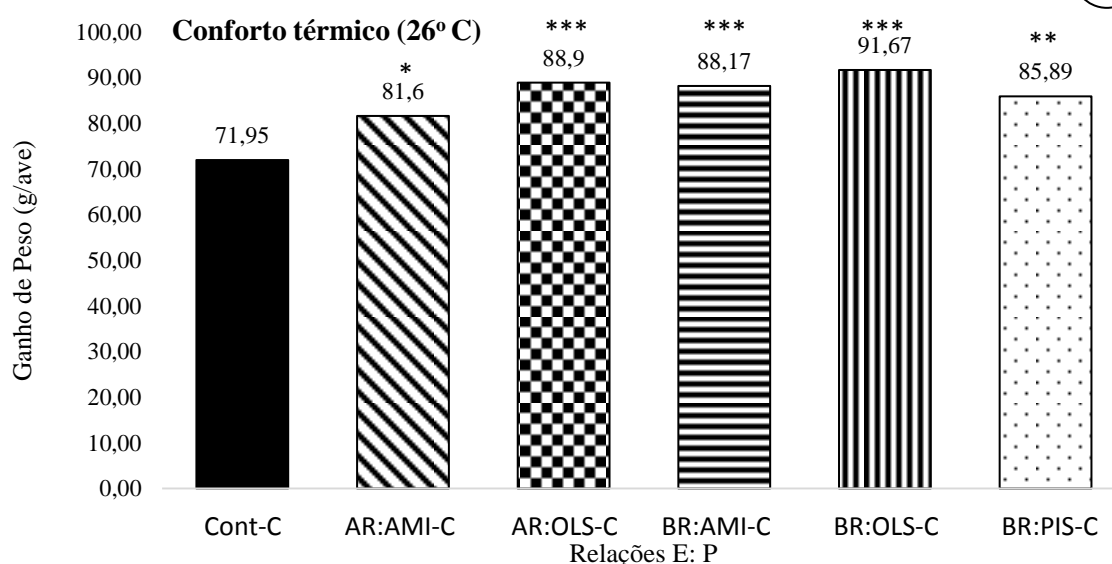
No ambiente de estresse térmico, a dieta de baixa relação E: P contendo OLS aumentou o consumo, que caiu nas dietas de alta relação E: P contendo AMI e OLS e as de baixa relação E: P contendo AMI e PIS comparadas a dieta controle (Figuras 7 e 8). O aumento no consumo de ração da dieta de baixa relação E: P contendo OLS no ambiente de estresse térmico indica maior necessidade de proteína na fase de 10 a 22 aliada a menor incremento calórico pelo uso de lipídio como fonte de energia.



**Figuras 7-8.** Teste de contraste do consumo de ração de codornas europeias entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (AMI), óleo de soja (OLS) e proteína isolada de soja (PIS) como fontes de energia, no conforto térmico (26° C) e no estresse pelo calor (35° C) (E). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\*(p<0,01); \*\*\*(p<0,001).

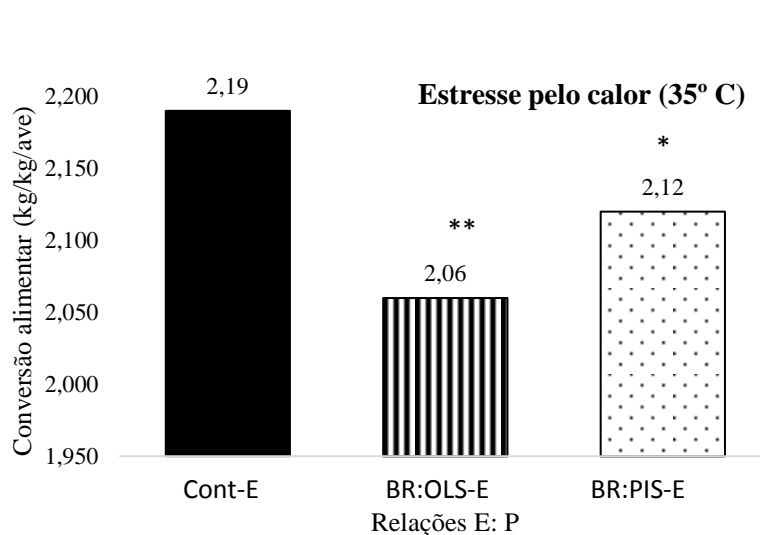
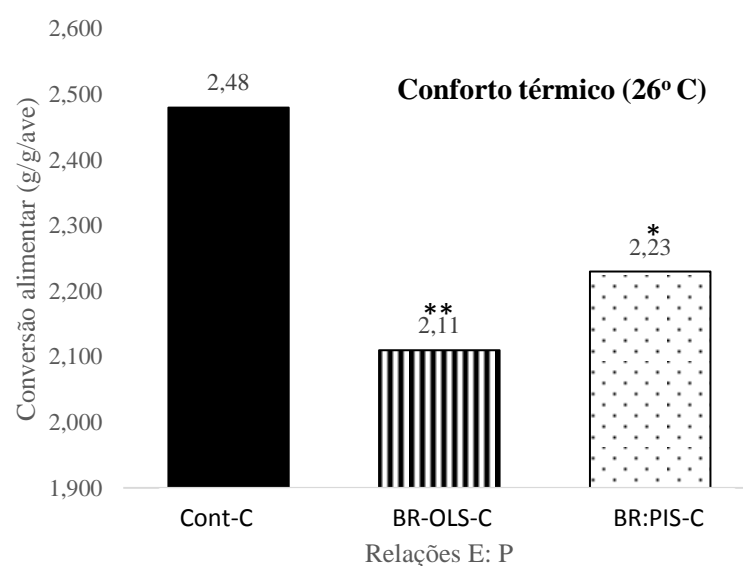
No ambiente de conforto, o ganho de peso das codornas aumentou nas dietas de alta relação E: P contendo AMI e OLS e nas dietas de baixa relação E: P contendo AMI, OLS e PIS comparadas a dieta controle ( $P \leq 0,05$ ).

No ambiente de estresse térmico, as dietas de baixa relação E: P contendo OLS e PIS como fonte energética aumentaram o ganho de peso das codornas em comparação com a dieta controle ( $P \leq 0,05$ ), no entanto, esta última dieta influenciou maior ganho de peso das codornas em comparação com as rações de alta relação E: P contendo AMI e OLS e a ração de baixa relação E: P contendo AMI (Figuras 9 e 10).



**Figura 9-10.** Teste de contraste do ganho de peso de codornas europeias entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (AMI), óleo de soja (OLS) e proteína isolada de soja (PIS) como fontes de energia, no conforto térmico (26° C) e no estresse pelo calor (35° C) (E). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\*(p<0,01); \*\*\*(p<0,001).

As dietas de baixa relação E: P contendo OLS e PIS como fonte energética melhoraram a conversão alimentar em comparação com a dieta controle nos ambientes de conforto e de estresse térmico (Figuras 11 e 12). Isto reforça o resultado presente na Figura 6, onde a melhor conversão alimentar das codornas alimentadas com as dietas de baixa relação E: P em relação a dieta controle, que corrobora a recomendação de 25% de PB na dieta de codornas europeias de 1 a 21 dias de idade (SILVA e COSTA, 2009; SILVA et al., 2012). Além disso, o uso de uma dieta rica em lipídios é sugerida para ambientes de estresse térmico no intuito de melhorar o desempenho de aves de corte, uma vez que o uso do lipídio como fonte de energia gera menor incremento calórico por unidade de energia em comparação a dietas ricas em carboidratos (SYAFUAN et al., 2011).



**Figuras 11-12.** Teste de contraste da conversão alimentar de codornas europeias entre a dieta controle (Cont) e as dietas com baixa relação E: P (BR) contendo óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PB) como fontes de energia, conforto térmico (26° C) e no estresse pelo calor (35° C) (E). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\*(p<0,01); \*\*\*(p<0,001).

### 3.3 Desempenho de codornas de 10 a 35 dias de idade

#### 3.3.1 Efeitos principais de 10 a 35 dias de idade

Houve interações significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre a fonte de energia e a relação E: P sobre as variáveis de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar (Tabelas 6 e 7).

**Tabela 6.** Desempenho de codornas europeias de 10 a 35 dias de idade

Fontes de Energia (F)	Consumo de Ração (g/ave)	Ganho de Peso (g/ave)	Conversão Alimentar (g/g/ave)
Amido	440,74±7,10 <sup>A1</sup>	155,95±2,21 <sup>A</sup>	2,826±0,02 <sup>B</sup>
Óleo de Soja	452,84±8,21 <sup>A</sup>	160,44±2,50 <sup>A</sup>	2,825±0,04 <sup>B</sup>
Proteína Isolada de Soja	422,85±7,76 <sup>B</sup>	144,22±3,45 <sup>B</sup>	2,946±0,03 <sup>A</sup>
Relação de E: P (R)			
Alto	436,17±7,29 <sup>A</sup>	147,95±2,66 <sup>B</sup>	2,955±0,02 <sup>A</sup>
Baixo	442,11±5,57 <sup>A</sup>	159,56±1,83 <sup>A</sup>	2,773±0,02 <sup>B</sup>
Ambiente (A)			
Conforto	470,65±4,10 <sup>A</sup>	162,57±1,87 <sup>A</sup>	2,905±0,02 <sup>A</sup>
Estresse	405,20±3,16 <sup>B</sup>	144,26±1,62 <sup>B</sup>	2,819±0,02 <sup>B</sup>
Anova			
Fontes de Energia (F)	0,0001	0,0001	0,0037
Relação de E: P (R)	0,1404	0,0001	<0,0001
Ambiente (A)	0,0001	0,0001	0,0228
F*R	0,0001	0,0001	0,0049
F*A	0,4476	0,4013	0,8426
R*A	0,9223	0,9036	0,9714
F*R*A	0,1872	0,1748	0,8164
CV (%)	4,24	4,79	4,18

<sup>A,B</sup> Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste Duncan ( $P \leq 0,05$ ) ; CV = coeficiente de variação; <sup>1</sup> = erro padrão da média.

O ambiente de estresse pelo calor (Tabela 6) piorou o consumo de ração e o ganho de peso, mas melhorou a conversão alimentar ( $P \leq 0,05$ ). Segundo Jordão Filho (2011) o calor diminui o gasto energético e altera o comportamento alimentar e locomotor das codornas com menor gasto de energia para manutenção e maior controle da produção de calor corporal que afetam o bem estar e o consumo voluntário das codornas. Da mesma forma Silva et al. (2012) comentaram que o estresse calórico afeta inicialmente o consumo de ração. Por consequência, o ganho de peso das aves é reduzido, mas a conversão alimentar tende a melhorar, e a menor exigência de manutenção ajuda a explicar porque a conversão alimentar das codornas alojadas em ambiente quente foi melhor.

### 3.3.2 Efeito da interação no desempenho de codornas de 10 a 35 dias de idade

Na Tabela 7, a alta relação E: P contendo OLS influenciou maior consumo em comparação com a dieta contendo AMI e PIS ( $P \leq 0,05$ ). Enquanto na baixa relação E: P, as fontes de energia não afetaram o consumo ( $P > 0,05$ ).

Dentro da alta relação E: P as dietas com AMI e OLS influenciaram os maiores ganhos de peso das codornas em relação às codornas alimentadas quando a dieta quando PIS foi a fonte energética ( $P \leq 0,05$ ), enquanto que, dentro da baixa relação E: P a dieta contendo OLS proporcionou maior ganho de peso ( $P \leq 0,05$ ) comparada à dieta contendo AMI, mas sem diferir da dieta contendo PIS ( $P \leq 0,05$ ).

A melhor conversão alimentar dentro das dietas de alta relação E: P foi obtida quando o AMI era a fonte de energia ( $P \leq 0,05$ ), no entanto, a dieta com PIS não diferiu da dieta com OLS ( $P > 0,05$ ). Por outro lado, na baixa relação E: P a conversão alimentar não foi alterada pelas fontes energéticas da dieta ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 7.** Desdobramento da interação entre a fonte de energia e a relação energia: proteína (E: P) sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de codornas europeias de 10 a 35 dias de idade

Fontes de Energia (F)	Relação de E: P (R)	
	Alta	Baixa
	Consumo de ração (g/ave)	
Amido	439,32 <sup>Ba</sup>	438,38 <sup>Aa</sup>
Óleo de Soja	461,47 <sup>Aa</sup>	442,65 <sup>Ab</sup>
Proteína Isolada de Soja	398,39 <sup>Cb</sup>	441,12 <sup>Aa</sup>
	Ganho de peso (g/ave)	
Amido	154,74 <sup>Aa</sup>	156,11 <sup>Ba</sup>
Óleo de Soja	155,60 <sup>Ab</sup>	164,71 <sup>Aa</sup>
Proteína Isolada de Soja	129,14 <sup>Bb</sup>	156,64 <sup>Ab</sup>
	Conversão alimentar (g/g/ave)	
Amido	2,840 <sup>Ba</sup>	2,806 <sup>Aa</sup>
Óleo de Soja	2,966 <sup>Ab</sup>	2,687 <sup>Ab</sup>
Proteína Isolada de Soja	3,083 <sup>Aa</sup>	2,819 <sup>Ab</sup>

<sup>A,B</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste Duncan ( $P \leq 0,05$ ) em função das diferentes fontes de energia;

<sup>a,b</sup>Médias seguidas de letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste Fisher ( $P \leq 0,05$ ) em função das diferentes relações E: P;

Quando o AMI constituía cerca de 15% da energia da dieta a relação E: P não alterou o consumo, ganho e conversão alimentar ( $P > 0,05$ ). Quando o OLS substituiu integralmente a

EMAn fornecida pelo AMI de 440 kcal o consumo de ração reduziu na baixa relação E: P, mas aumentou nesta mesma relação E: P quando o PIS substituiu o AMI ( $P \leq 0,05$ ).

A substituição da EMAn do AMI pela da PIS e do OLS aumentou o ganho de peso e melhorou a conversão alimentar das codornas alimentadas na dieta de baixa relação E: P comparada a dieta de alta relação E: P ( $P \leq 0,05$ ).

Os maiores consumos de ração na alta relação E: P comparada a baixa relação E: P nas dietas contendo OLS e PIS como fonte de energia em substituição a energia do AMI ( $P \leq 0,05$ ), corroboram o trabalho de Griffiths et al. (1977) com frangos de corte que aumentaram o consumo de ração com a elevação da relação E: P de 139 para 160 e 188. Os autores atribuíram o aumento do consumo a tentativa das aves de compensar a deficiência proteica da dieta, mas o concomitante aumento da ingestão calórica contribuiu para aumentar a deposição de gordura abdominal. Ao avaliarem o efeito do aumento das relações E: P de 128, para 148, 168, 188 kcal/%PB na dieta de frangos de corte, Silva et al. (2001) constataram aumento linear na porcentagem de gordura abdominal com o aumento da relação E: P das dietas em todos os níveis de EMAn avaliados (2900, 3100 e 3300 kcal).

O aumento da proteína da dieta de 19% para 27% de 10 a 35 dias de idade, influenciou positivamente o desempenho das codornas e concorda com os resultados de Veloso et al. (2011), que avaliaram os níveis de 18, 20, 22, 24 e 26% de proteína e verificaram melhor desempenho das codornas quando alimentadas com dietas com o nível mais alto de PB (26%) no período de 1 a 49 dias de idade.

Lima (2012) estudando o efeito de diferentes relações E: P de 108,92; 120,45; 129,54; 138,63 e 147,72 em dietas de codornas europeias de a 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade, sugeriu a relação de 110,71 E: P e o nível de 28% de PB e de 129,54 E: P e 22% de PB na ração, respectivamente, para a fase de 1 a 21 e de 22 a 42 dias.

### **3.4 Efeito do contraste no desempenho de codornas de 10 a 35 dias de idade**

Quando os resultados do desempenho das codornas de 10 a 35 dias de idade alimentadas com as duas relações E: P (108 e 148) foram comparados com aqueles do tratamento controle (E: P de 128/1% PB ou 2950 kcal EMAn e 23% PB), novos resultados surgiram (Figuras 13-17).

Houve aumento significativo ( $P \leq 0,05$ ) no consumo de ração das codornas alimentadas com as duas dietas de alta e de baixa relação E: P comparada as codornas da dieta

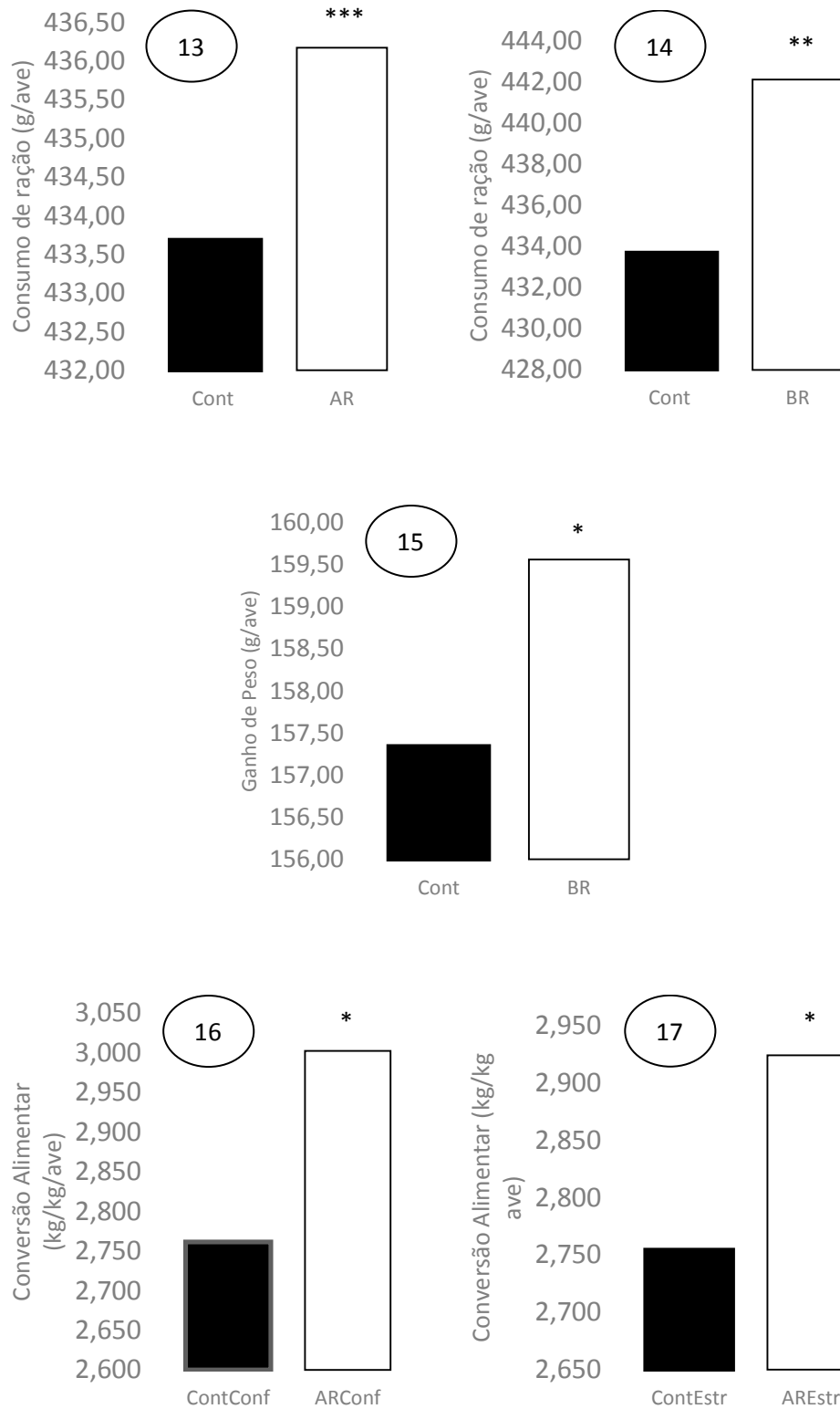


controle (Figuras 13 e 14). No entanto, o ganho de peso foi similar entre a dieta controle e a dieta de alta relação E: P.

Na Figura 15, a dieta de baixa relação E: P promoveu maior ganho de peso quando comparada com a dieta controle, contudo a conversão alimentar não diferiu entre estas duas dietas. Este resultado sugere que a redução de 4% no nível de proteína da dieta de 27% para 23% não afeta o desempenho das codornas de 10 a 35 dias de idade, e deve reduzir o custo com a alimentação das codornas. Este dado corrobora a recomendação média de 23% de PB na dieta para codornas europeias de 1 a 42 dias de idade (SILVA e COSTA, 2009).

No ambiente termoneutro e de estresse pelo calor (26 e 35° C) as codornas da dieta controle apresentaram melhor conversão alimentar ( $P \leq 0,05$ ) em relação às codornas alimentadas com a dieta de alta relação E: P (Figura 16 e 17). Enquanto, nenhuma diferença foi constatada na conversão alimentar ( $P \leq 0,05$ ) ao comparar a dieta controle com a de baixa relação E: P ( $P > 0,05$ ). Este resultado indica que as exigências nutricionais médias de codornas europeias de 10 a 35 dias de idade, são atendidas com o nível de 23% PB, representado pela relação E: P de 128 kcal de EMAn/1 % PB. Resultado semelhante foi obtido por Faruque et al. (2016) que ao avaliarem o efeito de quatro níveis de PB (20, 22, 24 e 26%) no desempenho de codornas de corte, recomendaram 22% de PB para o período de 10 a 35 dias.

Na comparação entre os dois ambientes (termoneutralidade X estresse pelo calor), não foi observada alteração do desempenho quando as codornas receberam a dieta controle ( $P > 0,05$ ). Portanto, dietas com 23% de proteína e 2.950 kcal de EMAn atendem melhor as exigências de codornas alojadas tanto em ambientes de conforto térmico, quanto de estresse pelo calor com temperatura de 35° C, considerada acima da temperatura de conforto das codornas de 26° C (Sousa et al., 2014).

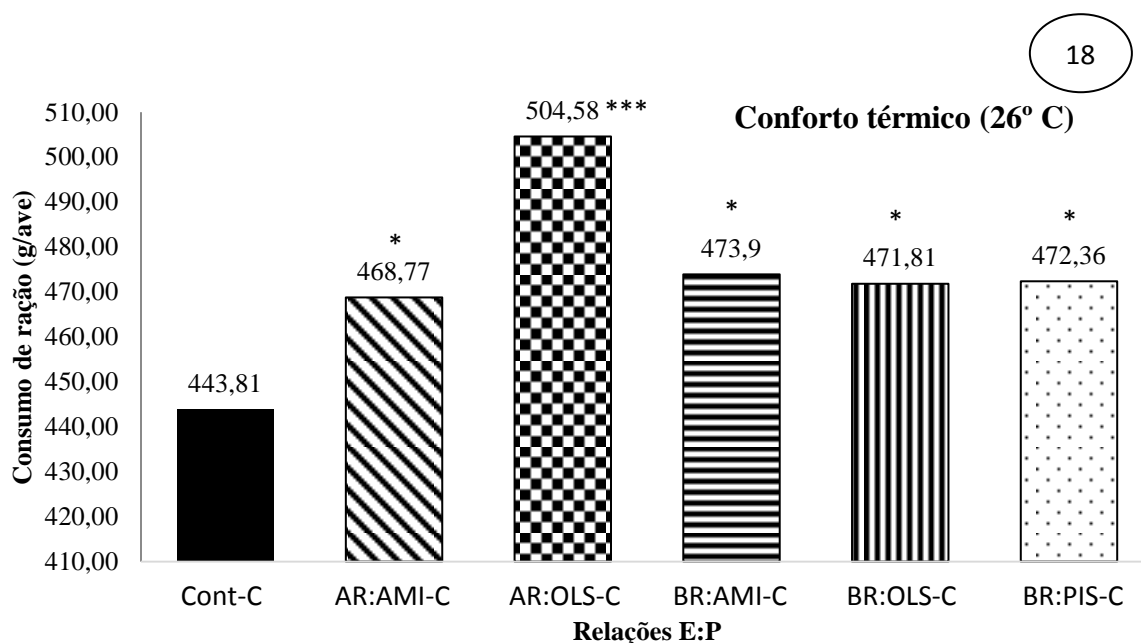


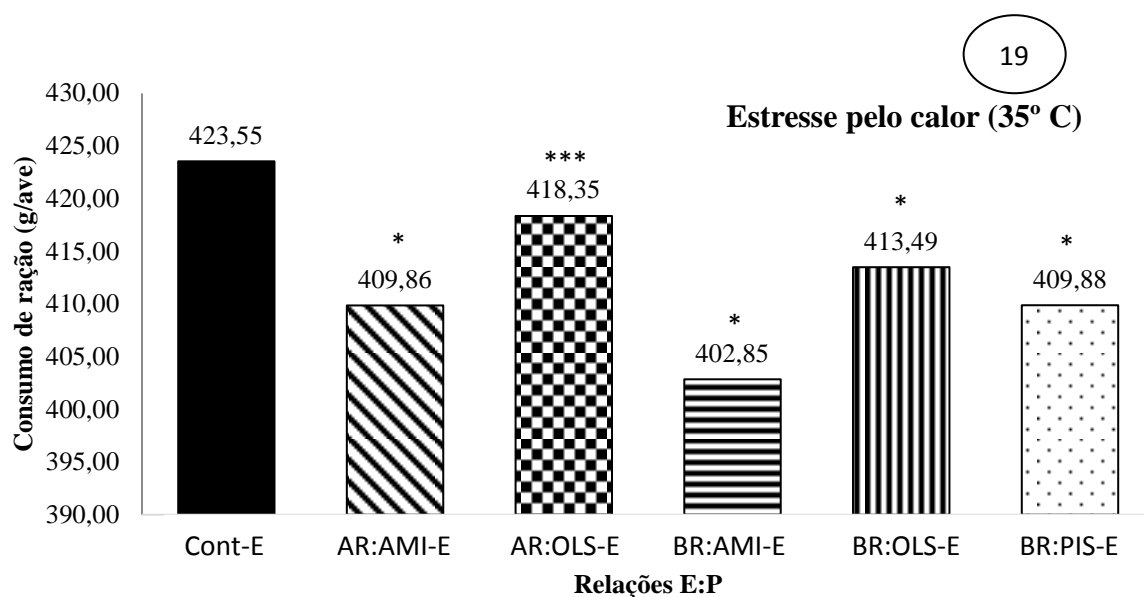
**Figuras 13-17.** Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de codornas europeias em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) no

ambiente de conforto térmico (26° C) e de estresse por calor (35° C). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\*(p<0,01); \*\*\*(p<0,001).

No ambiente de conforto térmico, as dietas de alta relação E: P contendo AMI e OLS e as dietas de baixa relação E: P, independente da fonte de energia, aumentaram o consumo de ração em comparação com a dieta controle ( $P \leq 0,05$ ; Figura 18). Até as três primeiras semanas de vida das codornas, é provável que a temperatura de 26° C estivesse abaixo da zona de termoneutralidade das codornas. Sabe-se que, as aves quando alojadas em ambientes abaixo da zona de termoneutralidade podem aumentar o consumo de dietas nutricionalmente desequilibradas a fim de aumentar o catabolismo de nutrientes. Segundo Haese e Bunzen (2005), a produção de calor durante o catabolismo de nutrientes, ajudaria na manutenção da homeostase térmica corporal das aves.

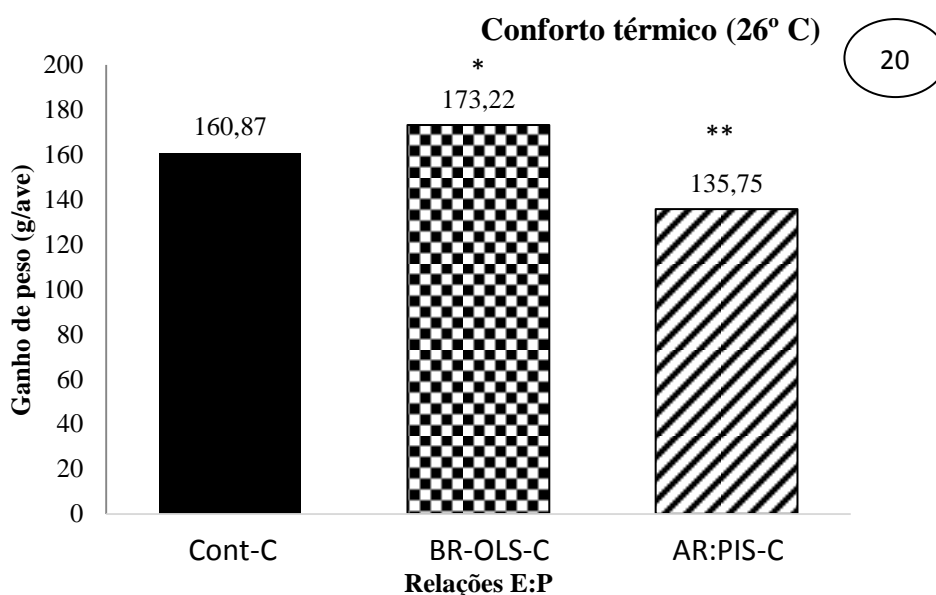
Ao contrário, as mesmas dietas que aumentaram o consumo em comparação com a dieta controle no ambiente de conforto, agora, diminuíram no ambiente de estresse térmico ( $P \leq 0,05$ ) (Figura 19). De acordo com Furlan e Macari (2002), as aves reduzem o consumo de alimentos em condições de estresse térmico, na tentativa de diminuir a produção de calor endógeno como estratégia de controle da homeotermia. Silva et al. (2006), descreveram que este comportamento é mais presente quando dietas desequilibradas nutricionalmente, por exemplo, em aminoácidos essenciais, são oferecidas às aves no verão.

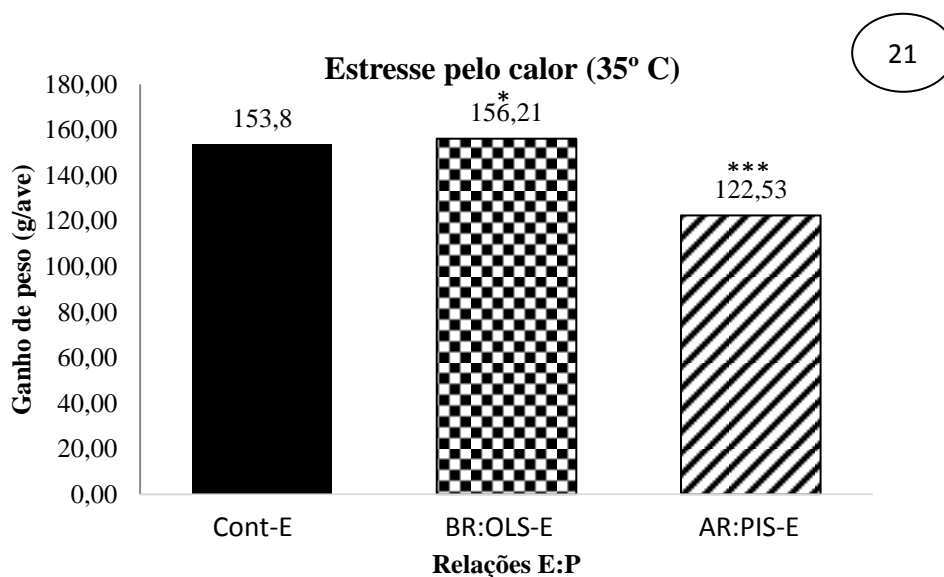




**Figuras 18-19** – Teste de contraste do consumo de ração de codornas europeias entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PB) como fontes de energia, no conforto térmico (26° C) e no estresse pelo calor (35° C) (E). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\*(p<0,01); \*\*\* (p<0,001).

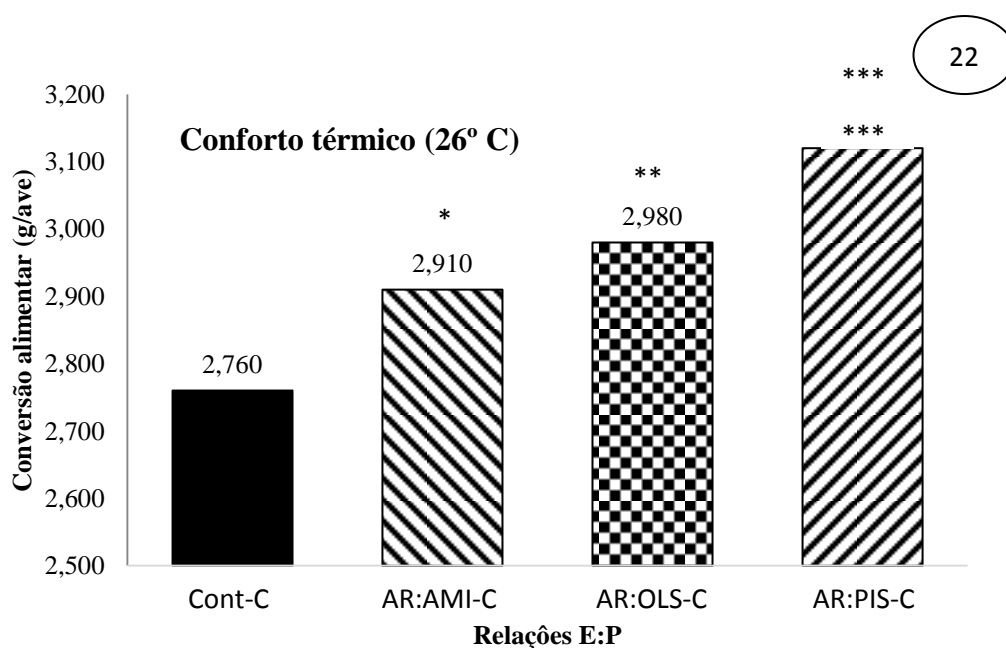
Em ambos os ambientes de conforto e de estresse térmico, a dieta de baixa relação E: P (108 kcal/1%) contendo OLS aumentou o ganho de peso ( $P \leq 0,05$ ), mas a dieta de alta relação E: P (148 kcal/1%) contendo PIS diminuiu o ganho em relação à dieta controle ( $P > 0,05$ ), conforme observado nas Figuras 20 e 21. Os maiores ganhos de peso das codornas alimentadas com a dieta contendo OLS, especialmente no ambiente de estresse térmico, tem explicação no efeito extracalórico e de menor incremento calórico dos lipídios que se constitui, talvez, no fator preponderante de manutenção do desempenho das codornas alojadas no ambiente de estresse pelo calor recebendo a dieta controle.

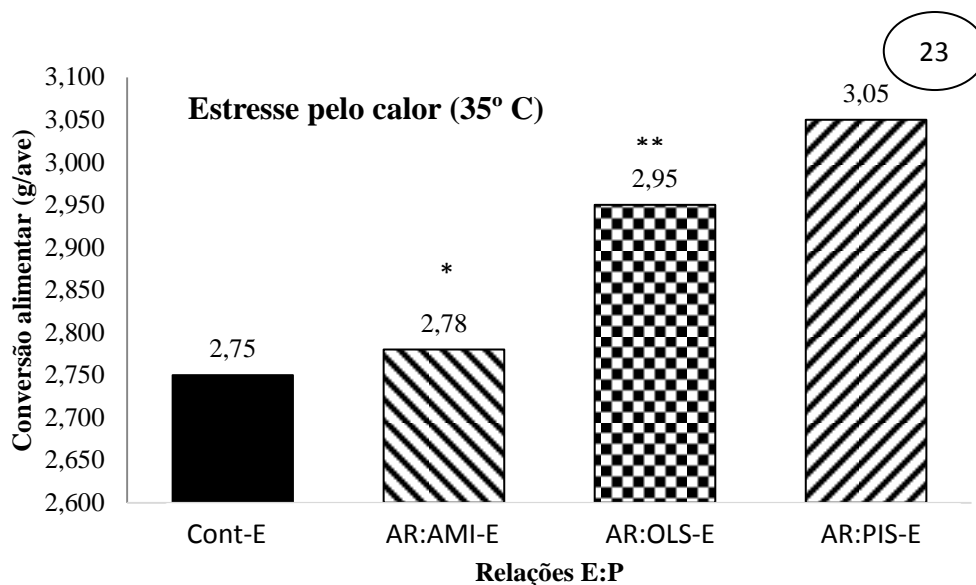




**Figuras 20-21.** Teste de contraste do ganho de peso de codornas europeias entre a dieta controle (Cont) e as dietas de baixa relação E: P (BR) contendo óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PB) como fontes de energia, no conforto térmico e no estresse pelo calor (35° C). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\*(p<0,01); \*\*\* (p<0,001).

Em ambos ambientes de conforto e de estresse térmico, apenas as três dietas de alta relação E: P apresentaram piores conversões alimentares ( $P \leq 0,05$ ) comparadas ao controle (Figuras 22 e 23). O desequilíbrio nutricional na alta relação E: P e, principalmente, a deficiência proteica das dietas, estimularam maior consumo das codornas sem melhorar o ganho de peso no ambiente de conforto e de estresse pelo calor, afetando o resultado da CA em comparação com a dieta controle.





**Figuras 22-23.** Teste de contraste da conversão alimentar de codornas europeias entre a dieta controle (Cont) e as dietas com alta relação E: P (AR) contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PB) como fontes de energia, no conforto térmico (26° C) e no estresse pelo calor (35° C). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\*(p<0,01); \*\*\* (p<0,001).

### 3.5 Pesos e rendimentos de carcaça e de cortes das codornas

Existiram interações significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre a fonte de energia e a relação E: P para os pesos de dorso e de asa e para o rendimento de peito. Da mesma forma, interações significativas foram constatadas entre a fonte de energia e o ambiente térmico para os pesos de carcaça, pernas e asas, além dos rendimentos de dorso, peito, pernas e asas (Tabela 8).

**Tabela 8.** Peso e rendimento de carcaça e cortes de codornas de corte abatidas com 35 dias de idade, em função de diferentes fontes de energia, relações E: P (energia: proteína) e ambientes de conforto e estresse térmico

Fontes de Energia (F)	Peso (g)					Rendimento (%)				
	Carcaça	Dorso	Peito	Pernas	Asa	Carcaça	Dorso	Peito	Pernas	Asa
Amido	146,43 <sup>A</sup>	41,35 <sup>B</sup>	61,58	32,07	10,77	75,86	28,49 <sup>B</sup>	42,18 <sup>AB</sup>	21,93	7,376
Óleo de Soja	147,61 <sup>A</sup>	43,13 <sup>A</sup>	61,75	32,13	10,64	75,13	29,25 <sup>A</sup>	41,85 <sup>C</sup>	21,74	7,092
Proteína Isolada de Soja	141,28 <sup>B</sup>	39,44 <sup>C</sup>	60,26	31,32	10,23	76,09	27,88 <sup>C</sup>	42,65 <sup>A</sup>	22,20	7,245
Relação de E: P (R)										
Alto	141,77 <sup>B</sup>	40,91	59,10 <sup>B</sup>	31,17 <sup>B</sup>	10,60	75,39	28,82	41,73 <sup>B</sup>	21,99	7,374
Baixo	148,44 <sup>A</sup>	41,75	63,29 <sup>A</sup>	32,51 <sup>A</sup>	10,45	75,98	28,28	42,72 <sup>A</sup>	21,92	7,075
Ambiente (A)										
Conforto	151,61 <sup>A</sup>	43,36 <sup>A</sup>	63,76 <sup>A</sup>	33,15 <sup>A</sup>	10,96 <sup>A</sup>	75,24	28,78	42,14	21,88	7,141
Estresse	138,60 <sup>B</sup>	39,30 <sup>B</sup>	58,64 <sup>B</sup>	30,52 <sup>B</sup>	10,14 <sup>B</sup>	76,12	28,34	42,31	22,03	7,310
Anova										
Fontes de Energia (F)	0,005	0,001	0,215	0,174	0,100	0,378	0,002	0,102	0,214	0,462
Relação de E: P (R)	0,001	0,078	0,001	0,002	0,419	0,341	0,108	0,002	0,517	0,032
Ambiente (A)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,006	0,154	0,208	0,645	0,457	0,259
F*R	0,080	0,006	0,881	0,076	0,003	0,428	0,172	0,013	0,819	0,074
F*A	0,005	0,393	0,452	0,001	0,001	0,122	0,009	0,004	0,001	<0,001
R*A	0,481	0,241	0,160	0,128	0,112	0,711	0,060	0,181	0,112	0,336
F*R*A	0,330	0,201	0,366	0,301	0,082	0,336	0,722	0,971	0,079	0,124
CV (%)	4,85	6,32	5,38	5,75	9,69	3,18	4,35	3,11	3,83	8,93

<sup>A,B</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste Duncan ( $P \leq 0,05$ ); CV = coeficiente de variação.

Na Tabela 9, encontram-se os desdobramentos das interações referentes ao peso e características da carcaça.

Na alta relação E: P os maiores ( $P \leq 0,05$ ) pesos de asa e dorso foram obtidos com as dietas contendo AMI e OLS em comparação com a dieta contendo PIS, por outro lado, o melhor rendimento de peito foi encontrado na dieta contendo PIS, ao mesmo tempo, o peso de asas na dieta contendo OLS não diferiu da dieta contendo PIS ( $P \leq 0,05$ ).

Na baixa relação E: P, tanto os pesos de asas e de dorso, quanto o rendimento de peito não foram afetados pelas fontes de energia, o que comprova que a redução da relação E: P na dieta melhora o rendimento dos cortes da carcaça independente da fonte de energia ser AMI, OLS ou PIS nas dietas (Tabela 9). Resultado semelhante foi constatado por Silva et al. (2001) com frangos de corte criados de 21 a 42 dias com diferentes relações E: P (128, 148, 168 e 188 kcal/% PB) e três níveis de EMAn (2900, 3100 e 3300 kcal).

**Tabela 9.** Desdobramento da interação entre a fonte de energia com a relação E: P e com o ambiente sobre o peso e características de carcaça de codornas de corte abatidas com 35 dias de idade

Fontes de Energia (F)	Relação de E: P		Ambiente	
	Alta	Baixa	Conforto	Estresse
			Carc (g)	Carc (g)
Amido	-	-	155.96 <sup>Aa</sup>	135.98 <sup>Ab</sup>
Óleo de Soja	-	-	154.44 <sup>Aa</sup>	141.20 <sup>Ab</sup>
Proteína Isolada de Soja	-	-	144.32 <sup>Ba</sup>	138.13 <sup>Ab</sup>
			Perna (g)	Perna (g)
Amido	-	-	34.50 <sup>Aa</sup>	29.46 <sup>Bb</sup>
Óleo de Soja	-	-	34.45 <sup>Aa</sup>	29.88 <sup>Bb</sup>
Proteína Isolada de Soja	-	-	30.44 <sup>Bb</sup>	32.04 <sup>Aa</sup>
	Asa (g)	Asa (g)	Asa (g)	Asa (g)
Amido	11.52 <sup>Aa</sup>	10.15 <sup>Ab</sup>	12.09 <sup>Aa</sup>	9.58 <sup>Bb</sup>
Óleo de Soja	10.66 <sup>ABa</sup>	10.61 <sup>Aa</sup>	11.38 <sup>Aa</sup>	9.90 <sup>ABb</sup>
Proteína Isolada de Soja	9.78 <sup>Ba</sup>	10.60 <sup>Aa</sup>	9.54 <sup>Bb</sup>	10.84 <sup>Aa</sup>
	Dorso (g)	Dorso (g)	Dorso (%)	Dorso (%)
Amido	41.68 <sup>Aa</sup>	40.80 <sup>Aa</sup>	28.36 <sup>A</sup>	28.57 <sup>A</sup>
Óleo de Soja	43.01 <sup>Aa</sup>	43.27 <sup>Aa</sup>	28.89 <sup>A</sup>	29.54 <sup>A</sup>
Proteína Isolada de Soja	37.52 <sup>Bb</sup>	41.42 <sup>Aa</sup>	28.90 <sup>Aa</sup>	26.92 <sup>Bb</sup>
	Peito (%)	Peito (%)	Peito (%)	Peito (%)
Amido	41.18 <sup>Bb</sup>	43.17 <sup>Aa</sup>	41.66 <sup>B</sup>	42.69 <sup>A</sup>
Óleo de Soja	41.28 <sup>Bb</sup>	42.52 <sup>Aa</sup>	41.53 <sup>B</sup>	42.27 <sup>A</sup>
Proteína Isolada de Soja	42.83 <sup>Aa</sup>	42.55 <sup>Aa</sup>	43.37 <sup>Aa</sup>	42.01 <sup>Ab</sup>
			Perna (%)	Perna (%)
Amido	-	-	22.21 <sup>A</sup>	21.68 <sup>B</sup>
Óleo de Soja	-	-	22.30 <sup>Aa</sup>	21.17 <sup>Bb</sup>
Proteína Isolada de Soja	-	-	21.11 <sup>Bb</sup>	23.20 <sup>Aa</sup>
			Asa (%)	Asa (%)
Amido	-	-	7.60 <sup>A</sup>	7.05 <sup>B</sup>
Óleo de Soja	-	-	7.16 <sup>AB</sup>	7.02 <sup>B</sup>
Proteína Isolada de Soja	-	-	6.61 <sup>Bb</sup>	7.83 <sup>Aa</sup>

<sup>A,B</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste Duncan ( $P \leq 0,05$ ) de acordo com as diferentes fontes de energia;

<sup>a,b</sup>Médias seguidas de letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste Fisher ( $P \leq 0,05$ ) de acordo os diferentes ambientes;

Ao comparar a influência das relações E: P dentro de cada fonte de energia, verificou-se que o peso de asa foi maior na dieta de alta relação E: P quando o AMI foi a principal fonte de energia, mas o peso do dorso aumentou na baixa relação E: P quando a fonte foi a PIS comparada à dieta de baixa relação E: P ( $P \leq 0,05$ ), não existindo diferenças entre as relações E: P nas outras dietas.

As dietas contendo AMI e OLS aumentaram o rendimento de peito nas codornas alimentadas com a dieta de baixa relação E: P em comparação com as codornas recebendo a dieta de alta relação E: P, porém não existiu diferença entre as relações E: P quando a dieta continha 15% da energia da ração proveniente da PIS.

O melhor rendimento de peito nas dietas de baixa relação E: P contendo AMI e OLS como fontes energéticas, assemelham-se aos resultados encontrados por Silva et al. (2001), que observaram que a redução da relação E: P ou aumento da concentração de proteína da dieta, melhorou o desenvolvimento dos músculos do peito de frangos de corte. Este resultado também sugere um possível efeito poupança da proteína exercida pelo AMI e OLS, evitando o desvio e catabolismo proteico para geração de energia que, eventualmente, pode ter ocorrido com a inclusão da fonte de proteína (PIS) na dieta.

De acordo com Faria Filho et al. (2006), o maior rendimento de peito em dietas de baixa relação E: P está associado a maior formação de tecido muscular em decorrência da maior quantidade de aminoácidos disponíveis e aumento da oferta de proteína na dieta.

No desdobramento da interação entre a fonte de energia e o ambiente térmico, observou-se que na zona de conforto térmico às dietas contendo AMI e OLS, influenciaram maiores pesos de carcaça, pernas e asas, assim como, melhor rendimento de pernas comparada a dieta com PIS. Neste ambiente, a dieta com PIS como fonte energética, aumentou o rendimento de peito ( $P \leq 0,05$ ), no entanto, o rendimento de asa foi menor para esta fonte com a dieta contendo OLS, não diferindo das dietas com AMI e PIS ( $P > 0,05$ ). Isto sugere que em ambiente termoneutro a proteína da ração é melhor aproveitada para deposição de tecido magro, como os músculos peitorais das codornas. Este resultado corrobora com Silva et al. (1998) e Silva et al. (2001), que observaram relação positiva entre o aumento da proteína da ração com a deposição de tecido muscular. Os melhores resultados de peso e rendimento de peito, comprovam a superior qualidade da PIS como fonte proteica e/ou aminoácidos para codornas.

No ambiente de estresse térmico, não existiram diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre a fonte de energia no peso da carcaça e rendimento de peito ( $P > 0,05$ ), mas houve para o



peso de pernas e os rendimentos de pernas e asas, que foram maiores com PIS na dieta comparada às outras fontes. Oba et al. (2012), também detectaram maiores rendimentos de coxa+sobrecoxa e asas em frangos de corte aos 47 dias de idade mantidos sob estresse pelo calor (32° C). Ao contrário, o rendimento de dorso caiu ( $P \leq 0,05$ ) quando a energia da PIS substitui a energia do AMI na dieta, porém, o peso das asas aumentou ( $P \leq 0,05$ ) em relação a dieta contendo AMI.

O estresse térmico dentro de cada fonte, causou a redução do peso da carcaça independente da fonte de energia da dieta e também das pernas e das asas quando as dietas contendo AMI e OLS foram fornecidas às codornas. Da mesma forma, o estresse térmico afetou negativamente os rendimentos de dorso e de peito na dieta contendo PIS, mas os maiores rendimentos de pernas e de asas foram encontrados com a oferta desta dieta no ambiente de estresse térmico ( $P \leq 0,05$ ).

Estes resultados concordam com aqueles de Oba et al. (2012), que encontraram maiores rendimentos de coxa+sobrecoxa e asa em frangos até 47 dias de idade mantidos sob estresse pelo calor (32° C), assim como, menor rendimento de peito. Segundo Temim et al. (2000), os músculos do peito das aves apresentam metabolismo glicolítico (músculo de contração rápida), já a musculatura das pernas e asas apresentam metabolismo oxidativo (músculo de contração lenta). Assim, de acordo com Oba et al. (2012), a ofegação das aves durante o estresse por calor, resulta em maior atividade da musculatura do peito, demandando partes das reservas de glicogênio, usando ATP mais rapidamente do que pode repor. Então o desenvolvimento dos músculos do peito diminui. Já o maior rendimento de perna e asa, provém da constituição de grande quantidade de fibras vermelhas, podendo apresentar considerável reserva de gordura, que é utilizada como fonte energética.

Diferente do músculo branco do peito de frangos onde predomina a fibra de contração rápida e metabolismo glicolítico. O peito de codornas, de coloração vermelha, da mesma forma que nas aves migratórias, predomina o metabolismo glicolítico de contração rápida e de contração lenta glicolítico oxidativo (ROSSER et al., 1996), devido a presença de muitos capilares, mitocôndrias e maior suprimento sanguíneo, ao contrário do músculo branco do peito de frangos (LEHNINGER et al., 2014). Portanto, o músculo do peito em condições de estresse térmico fica sem aporte de nutrientes, além disso, o menor consumo de ração e maior degradação, sem a correspondente reposição do glicogênio, afeta o crescimento do músculo do peito que representa em média de 41 a 42% da carcaça de uma codorna europeia adulta.

Interações significativas ( $P \leq 0,05$ ) ocorreram entre a fonte de energia e a relação E: P ( $P \leq 0,05$ ), para o peso do coração e a porcentagem de moela e, entre o ambiente e a relação E: P para o peso e o rendimento de coração (Tabela 10).

**Tabela 10.** Peso e rendimento de órgãos internos de codornas de corte abatidas com 35 dias de idade, em função de diferentes fontes de energia, relações E: P (energia: proteína) e ambientes de conforto e estresse térmico

Fontes de Energia (F)	Peso			Rendimento		
	Moe (g)	Fig (g)	Cor (g)	Moe (%)	Fig (%)	Cor (%)
Amido	3,41 <sup>A</sup>	3,02	1,62	1,64 <sup>B</sup>	1,56	0,90
Óleo de Soja	3,35 <sup>AB</sup>	3,03	1,61	1,72 <sup>B</sup>	1,54	0,81
Proteína Isolada de Soja	3,15 <sup>B</sup>	2,97	1,60	1,84 <sup>A</sup>	1,55	0,86
Relação de E: P (R)						
Alto	3,41 <sup>A</sup>	3,02	1,56	1,82 <sup>A</sup>	3,01	0,87
Baixo	3,21 <sup>B</sup>	2,99	1,66	1,66 <sup>B</sup>	3,00	0,84
Ambiente (A)						
Conforto	3,61 <sup>A</sup>	3,31 <sup>A</sup>	1,81 <sup>A</sup>	1,82 <sup>A</sup>	1,62 <sup>A</sup>	0,90
Estresse	3,01 <sup>B</sup>	2,72 <sup>B</sup>	1,40 <sup>B</sup>	1,66 <sup>B</sup>	1,48 <sup>B</sup>	0,81
Anova						
Fontes de Energia (F)	0,034	0,924	0,999	0,002	0,869	0,280
Relação de E: P (R)	0,056	0,900	0,092	0,003	0,017	0,480
Ambiente (A)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,098
F*R	0,256	0,407	0,045	0,021	0,516	0,100
F*A	0,978	0,083	0,605	0,234	0,180	0,283
R*A	0,589	0,383	0,048	0,590	0,154	0,029
F*R*A	0,440	0,237	0,716	0,213	0,441	0,207
CV (%)	11,72	17,53	16,11	4,39	10,65	23,96

<sup>A,B</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste Duncan ( $P \leq 0,05$ ); CV = coeficiente de variação; Moela (moe); Fígado (Fig); Coração (Cor).

**Tabela 11.** Desdobramento da interação entre a fonte de energia com a relação E: P com o ambiente e do ambiente com a relação E: P sobre o peso e rendimento de órgãos comestíveis de codornas de corte abatidas com 35 dias de idade.

Fontes de Energia (F)	Relação E: P	
	Alta	Baixa
	Cor (g)	Cor (g)
Amido	1.59 <sup>Aa</sup>	1.62 <sup>Aa</sup>
Óleo de Soja	1.62 <sup>Aa</sup>	1.59 <sup>Aa</sup>
Proteína Isolada de Soja	1.45 <sup>Ab</sup>	1.76 <sup>Aa</sup>
	Moe (%)	Moe (%)
Amido	1.63 <sup>Ba</sup>	1.64 <sup>Aa</sup>
Óleo de Soja	1.78 <sup>Ba</sup>	1.64 <sup>Aa</sup>
Proteína Isolada de Soja	2.02 <sup>Aa</sup>	1.69 <sup>Ab</sup>
Ambiente (A)	Cor (g)	Cor (g)
Conforto	1,70 <sup>Ab</sup>	1,93 <sup>Aa</sup>
Estresse	1,41 <sup>Ba</sup>	1,39 <sup>Ba</sup>
	Cor (%)	Cor (%)
Conforto	0,86 <sup>Aa</sup>	0,93 <sup>Aa</sup>
Estresse	0,89 <sup>Aa</sup>	0,75 <sup>Bb</sup>

<sup>A,B</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste Duncan ( $P \leq 0,05$ ) de acordo com as diferentes fontes de energia;

<sup>a,b</sup>Médias seguidas de letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste Fisher ( $P \leq 0,05$ ) de acordo com os diferentes ambientes;

Na alta relação E: P, o peso do coração não foi alterado pelas diferentes fontes energéticas ( $P > 0,05$ ), mas o rendimento de moela cresceu ( $P \leq 0,05$ ) na dieta com PIS comparada as dietas com OLS e amido. Enquanto que na baixa relação E: P as fontes de energia não interferiram no peso de coração e no rendimento de moela ( $P \leq 0,05$ ).

Ao comparar o efeito das relações E: P dentro de cada fonte verificou-se que o peso do coração e a porcentagem de moela não diferiram entre as duas relações E: P quando as dietas continham AMI e OLS como fonte de energia. O peso do coração aumentou na dieta de baixa relação E: P contendo PIS e, ao contrário, o maior rendimento de moela foi observado na dieta de alta relação E: P com a mesma fonte energética ( $P \leq 0,05$ ).

A baixa relação E: P aumentou o peso do coração em comparação com a alta relação E: P ( $P \leq 0,05$ ) no ambiente de conforto térmico, enquanto que o rendimento de coração não foi afetado. Ao contrário, no ambiente de estresse pelo calor a alta relação E: P não alterou o peso do coração comparada a baixa relação E: P ( $P \leq 0,05$ ), entretanto, aumentou o rendimento de coração o que, provavelmente, foi provocado pela maior retenção de gordura neste órgão.

### 3.6 Análises histomorfométrica do intestino de codornas de corte com 35 dias de idade

Interações significativas ( $P \leq 0,05$ ) ocorreram entre a fonte de energia e a relação E: P e ambiente ( $P \leq 0,05$ ) e da relação e o ambiente para diversas variáveis estudadas (Tabela 12).

**Tabela 12.** Médias de altura das vilosidades (AV,  $\mu\text{m}$ ), largura das vilosidades (LV,  $\mu\text{m}$ ), profundidade das criptas (PC,  $\mu\text{m}$ ), área de absorção (AA), relação vilo/cripta (AV/PC) do duodeno (D), jejuno (J) e íleo (I), em função de diferentes fontes de energia, relações E: P (energia: proteína) e ambientes de conforto e estresse térmico

Fontes E	AV, $\mu\text{m}$			LV, $\mu\text{m}$			PC, $\mu\text{m}$			AA, $\mu\text{m}$			AV/PC		
	D	J	I	D	J	I	D	J	I	D	J	I	D	J	I
AMI	252,34 <sup>A</sup>	135,75 <sup>B</sup>	144,43 <sup>B</sup>	38,68 <sup>A</sup>	22,61 <sup>B</sup>	24,18	28,43 <sup>A</sup>	22,09 <sup>AB</sup>	20,05 <sup>B</sup>	9954,5 <sup>A</sup>	3169,8 <sup>B</sup>	3631,7 <sup>A</sup>	9,49	6,43	7,88
OLS	224,99 <sup>B</sup>	151,08 <sup>A</sup>	140,06 <sup>B</sup>	31,31 <sup>B</sup>	24,89 <sup>A</sup>	22,04	25,00 <sup>B</sup>	23,29 <sup>A</sup>	19,60 <sup>B</sup>	7119,2 <sup>B</sup>	3760,0 <sup>A</sup>	3066,8 <sup>B</sup>	9,46	6,82	7,81
PIS	200,99 <sup>C</sup>	127,94 <sup>C</sup>	156,28 <sup>A</sup>	36,59 <sup>A</sup>	25,50 <sup>A</sup>	23,03	25,28 <sup>B</sup>	20,46 <sup>B</sup>	23,11 <sup>A</sup>	7537,9 <sup>B</sup>	3271,3 <sup>B</sup>	3596,6 <sup>A</sup>	8,66	7,05	7,75
Relação															
Alto	242,20 <sup>A</sup>	147,59 <sup>A</sup>	138,53 <sup>B</sup>	36,61	24,88	22,20	25,15 <sup>B</sup>	22,94 <sup>A</sup>	21,02	9025,6 <sup>A</sup>	3714,7 <sup>A</sup>	3069,3 <sup>B</sup>	10,12 <sup>A</sup>	7,03 <sup>A</sup>	7,36 <sup>B</sup>
Baixo	209,14 <sup>B</sup>	128,41 <sup>B</sup>	155,28 <sup>A</sup>	34,28	23,75	23,89	27,45 <sup>A</sup>	20,89 <sup>B</sup>	20,93	7346,3 <sup>B</sup>	3069,6 <sup>B</sup>	3785,8 <sup>A</sup>	8,23 <sup>B</sup>	6,49 <sup>B</sup>	8,24 <sup>A</sup>
Ambiente															
Conforto	221,75 <sup>A</sup>	142,22 <sup>A</sup>	147,10	34,94	25,16	23,70	26,46	21,54	20,38	7947,4	3621,3 <sup>A</sup>	3594,1 <sup>A</sup>	9,00	6,93	8,07
Estresse	231,11 <sup>B</sup>	134,02 <sup>B</sup>	147,17	36,10	23,50	22,48	26,01	22,30	21,53	8503,5	3173,9 <sup>B</sup>	3291,5 <sup>B</sup>	9,43	6,61	7,57
Anova															
Fontes	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,019	0,160	0,001	0,010	0,002	<0,001	0,001	0,023	0,093	0,106	0,709
Relação	<0,001	<0,001	<0,001	0,110	0,159	0,050	0,007	0,007	0,981	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,033	0,015
Ambiente	0,008	<0,001	0,197	0,487	0,070	0,207	0,590	0,341	0,182	0,174	0,001	0,033	0,092	0,190	0,050
F*R	0,167	<0,001	<0,001	0,596	<0,001	0,012	0,049	0,020	0,105	0,589	<0,001	<0,001	0,140	0,021	0,001
F*A	0,054	<0,001	<0,001	0,471	<0,001	0,643	0,017	0,002	0,042	0,269	<0,001	<0,001	<0,001	0,873	<0,001
R*A	0,265	0,058	0,191	0,010	0,053	0,002	0,575	0,819	<0,001	0,032	0,049	0,001	0,875	0,477	0,003
F*R*A	<0,001	0,318	<0,001	0,138	<0,001	<0,001	0,072	0,293	0,046	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,025	<0,001
CV (%)	16,04	12,60	14,81	36,91	30,01	34,91	28,87	27,99	37,12	46,60	33,12	44,13	28,59	30,24	35,52

A,BMédias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste Duncan ( $P \leq 0,05$ ); CV = coeficiente de variação

### 3.6.1 Influência das fontes energéticas sobre as variáveis histomorfométricas

Ao analisar os fatores principais, observou-se maior ( $P \leq 0,05$ ) altura das vilosidades nos segmentos duodeno, jejuno e íleo com as dietas contendo, respectivamente, AMI, OLS e PIS. Segundo Maiorka et al. (2002), este aumento na altura das vilosidades proporciona uma ampliação na capacidade digestiva e absorviva em cada segmento do intestino, que provém de dois eventos citológicos associados, renovação celular (proliferação e diferenciação), resultante das divisões mitóticas sofridas por células pluripotentes localizadas na cripta e ao longo dos vilos, e perda de células (extrusão), que ocorre normalmente no ápice dos vilos, determinando o *turnover* celular.

Comportamento semelhante ao da altura das vilosidades, foi observado para a profundidade de criptas e, com exceção do íleo, para a largura das vilosidades, de modo que, a primeira foi maior no duodeno, jejuno e íleo, respectivamente, com as dietas contendo AMI, OLS e PIS ( $P > 0,05$ ) e a segunda variável, respectivamente, no duodeno e jejuno.

Como consequência a maior área de absorção ( $P \leq 0,05$ ), foi verificada nas regiões do duodeno e jejuno com as dietas contendo AMI e OLS, respectivamente, na região do íleo os maiores resultados para área de absorção, foram observados com as dietas contendo PIS e AMI. Esses resultados podem explicar o melhor desempenho das codornas que receberam as dietas de baixa relação E: P, contendo óleo como principal fonte de energia (Tabela 5). De acordo com Silva et al. (2014), o processo de absorção dos lipídios quase se completa no jejuno. Além disso, sabe-se que o jejuno é a maior porção do intestino delgado e que o mesmo apresenta um arranjo de vilosidades na forma de zigzag, o que pode proporcionar uma maior eficiência na absorção dos nutrientes, em decorrência do maior contato entre o nutriente e a área de absorção (YAMAUCHI e ISSHIKI, 1991; TAVERNARI e MENDES, 2009).

### 3.6.2 Influência da relação E: P sobre as variáveis histomorfométricas

As diferentes relações E: P influenciaram diferentes ( $P \leq 0,05$ ) alturas de vilosidades (AV), profundidades de cripta (PC), áreas de absorção e relações AV/PC. No duodeno e jejuno, as maiores alturas de vilosidades ( $P \leq 0,05$ ) foram verificadas com a alta relação E: P.

A maior profundidade de cripta ( $P \leq 0,05$ ) foi constatada no duodeno com a baixa relação E: P, enquanto que, no jejuno a alta relação E: P aumentou ( $P \leq 0,05$ ) essa variável, no íleo a relação E: P não teve efeito sobre a profundidade de cripta ( $P > 0,05$ ).

Em decorrência dos resultados anteriores, as maiores ( $P \leq 0,05$ ) áreas de absorção e relações AV/PC no duodeno e jejuno, foram obtidas com as dietas de alta relação E: P, enquanto que no íleo os melhores ( $P \leq 0,05$ ) resultados para AV, AA e AV/PC foram verificados quando as codornas receberam dietas de baixa relação E: P.

### **3.6.3 Influência do ambiente térmico sobre as variáveis histomorfométricas**

O ambiente de conforto térmico, exerceu influência positiva na altura de vilosidade duodenal que foram maiores nas codornas mantidas em conforto térmico ( $P \leq 0,05$ ). Estes resultados corroboram aqueles de Marchini et al. (2009), que ao avaliarem a mucosa duodenal em frangos de corte, encontraram maiores alturas de vilosidade duodenal nas aves alojadas em ambiente de conforto térmico dos 14 a 21 dias de idade.

O ambiente de conforto térmico, também, aumentou a área de absorção no jejuno e íleo comparada às codornas criadas em ambiente de estresse térmico ( $P \leq 0,05$ ).

Como consequência da maior altura de vilosidades foi observada, portanto, maiores áreas de absorção nas regiões do jejuno e íleo nas codornas submetidas ao ambiente de conforto térmico. Os menores valores de altura de vilosidades e área de absorção no ambiente de estresse térmico podem estar associados a redução no consumo de ração das codornas mantidas neste ambiente de elevada temperatura, como pode ser verificado nas Tabelas 4 e 6. Vale ressaltar, que a presença de substrato no lúmen do intestino é fator primordial para o crescimento dos vilos intestinais (UNI et al., 1995; GEYRA et al., 2001; MAYORKA et al., 2002).

## **3.7 Resultados dos contrastes das análises histomorfométrica do intestino delgado de codornas aos 35 dias de idade**

### **3.7.1 Índices morfométricos duodenais**

No ambiente de estresse térmico, a altura das vilosidades duodenais das codornas alimentadas com a dieta controle ultrapassaram apenas as da dieta de baixa relação E: P contendo PIS.

No conforto térmico, a altura das vilosidades das codornas foi maior ( $P \leq 0,05$ ) quando alimentadas com a dieta controle (relação E: P de 128/1% PB ou 2950 kcal EMA e

23% PB), em relação a dieta de alta relação E: P (148/1% PB ou 2950 kcal EMA e 19% PB) contendo PIS e as dietas de baixa relação E: P (108/1% PB ou 2950 Kcal EMA e 27% PB) contendo AMI, OLS e PIS ( $P \leq 0,05$ ; Figuras 24 e 25). Estes resultados corroboram os de Laudadio et al. (2012), que ao avaliar em diferentes níveis proteicos (18,5; 20,5 e 22,5%) na dieta de frangos de corte, detectaram maior área de absorção com a dieta que continha o nível intermediário de proteína.

No ambiente de conforto térmico, a largura das vilosidades duodenais nas duas relações E: P não diferiu da dieta controle, enquanto no ambiente de estresse térmico a dieta controle reduziu ( $P \leq 0,05$ ) esta característica quando comparada com as dietas com AMI, OLS e PIS nas duas relações E: P (Figura 26).

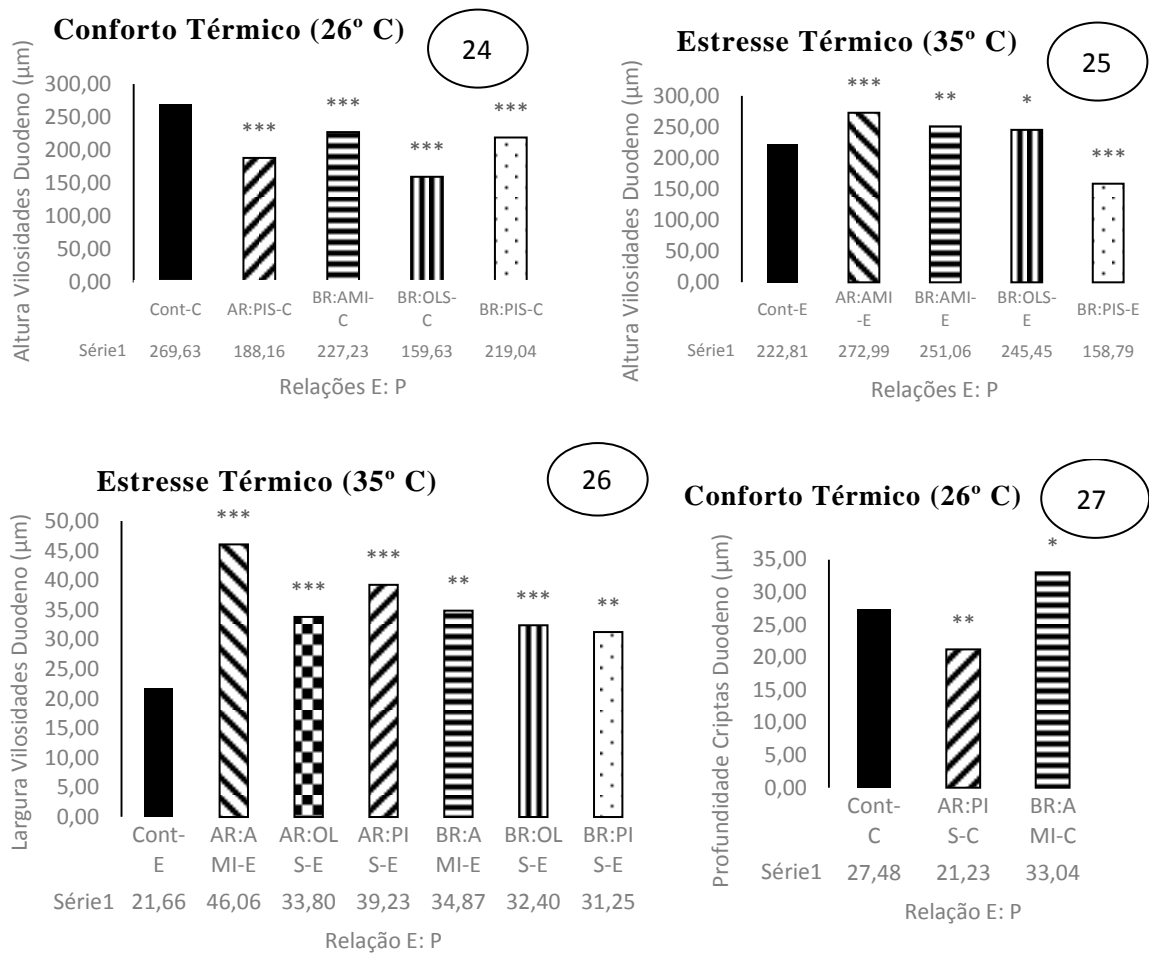
Quanto a profundidade de criptas diferenças significativas foram observadas apenas no ambiente de conforto térmico, em que foram encontrados maiores valores na dieta controle comparada a dieta de alta relação E: P contendo PIS ( $P \leq 0,05$ ) e menor resultado comparado a dieta de baixa relação E: P contendo AMI (Figura 27).

No ambiente de conforto observou-se que a dieta controle propiciou maior área de absorção ( $P \leq 0,05$ ) que as dietas de alta relação E: P contendo PIS e de baixa relação contendo OLS, o que indica aumento na superfície de contato da borda em escova para absorção dos nutrientes da dieta. Esse resultado ajuda a explicar porque a conversão alimentar das codornas alimentadas com a dieta controle foi melhor do que as conversões alimentares das codornas alimentadas com a AMI, OLS e PIS na alta relação E: P (Figura 22).

No ambiente de estresse pelo calor a maior área de absorção ( $P \leq 0,05$ ) foi obtida, independente da fonte estudada, na alta relação E: P e na dieta de baixa relação E: P contendo AMI e OLS (Figuras 28 e 29) em comparação com a dieta controle.

No ambiente de conforto, maior relação AV/PC foi encontrada nas codornas alimentadas com a dieta controle comparada a dieta de alta relação E: P contendo PIS e as dietas de baixa relação E: P contendo AMI e OLS ( $P \leq 0,05$ ; Figuras 30).

No ambiente de estresse térmico, menor valor da relação AV/PC foi observada na dieta controle comparada a dieta de alta relação E: P com AMI e de baixa relação E: P contendo OLS e maior na dieta controle comparada a dieta de baixa relação E: P contendo PIS ( $P \leq 0,05$ ; Figura 31).

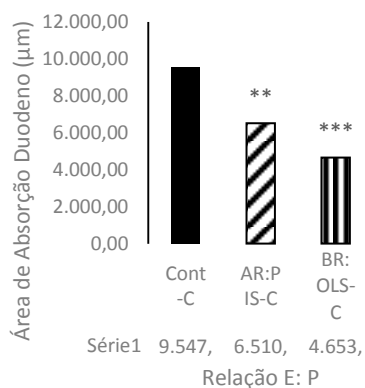


**Figuras 24-27.** Médias de altura das vilosidade, largura das vilosidades e profundidade das criptas do duodeno em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PB) como fontes de energia no ambiente de conforto térmico (26° C) e de estresse por calor (35° C). Probabilidade: \*( $p < 0,05$ ); \*\*( $p < 0,01$ ); \*\*\*( $p < 0,001$ ).

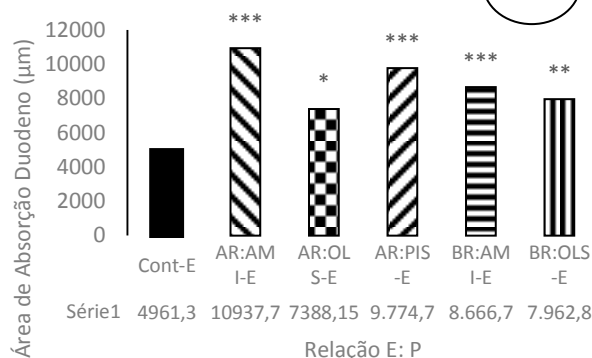


**Conforto Térmico (26° C)**

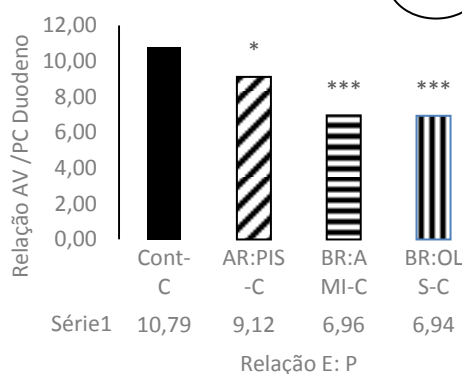
28

**Estresse Térmico (35° C)**

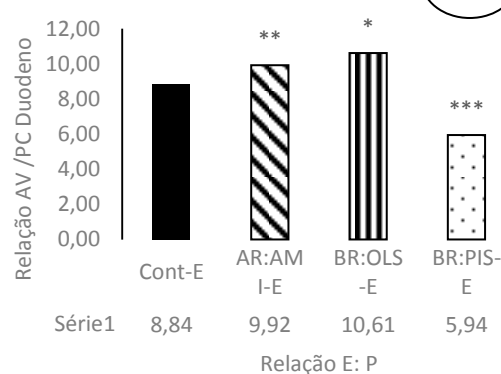
29

**Conforto Térmico (26° C)**

30

**Estresse Térmico (35°C)**

31



**Figuras 28-31.** Médias de área de absorção e relação vilo/crípta (AV/PC) do duodeno em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PIS) como fontes de energia no ambiente de conforto térmico (26° C) e de estresse por calor (35° C). Probabilidade: \*( $p < 0,05$ ); \*\*( $p < 0,01$ ); \*\*\*( $p < 0,001$ ).

### 3.7.2 Índices morfométricos jejunais

No ambiente de termoneutralidade, a altura das vilosidades no jejuno das codornas alimentadas com a dieta controle foi maior que das codornas da dieta de baixa relação E: P contendo AMI e menor que das codornas recebendo a dieta contendo OLS ( $P \leq 0,05$ ). No ambiente de estresse pelo calor, apenas a dieta de alta relação E: P contendo AMI proporcionou maior altura de vilosidades ( $P \leq 0,05$ ) que a dieta controle, enquanto, as codornas alimentadas com as dietas de alta relação E: P contendo PIS e de baixa relação E: P contendo AMI e PIS apresentaram valores menores ( $P \leq 0,05$ ) (Figuras 32 e 33).

No ambiente de conforto térmico, a dieta controle proporcionou menor ( $P \leq 0,05$ ) largura de vilosidades comparada as dietas de alta relação E: P contendo OLS e baixa relação

E: P contendo PIS, e maior largura de vilosidades comparada às dietas de alta relação E: P contendo PIS e de baixa relação E: P contendo AMI e OLS.

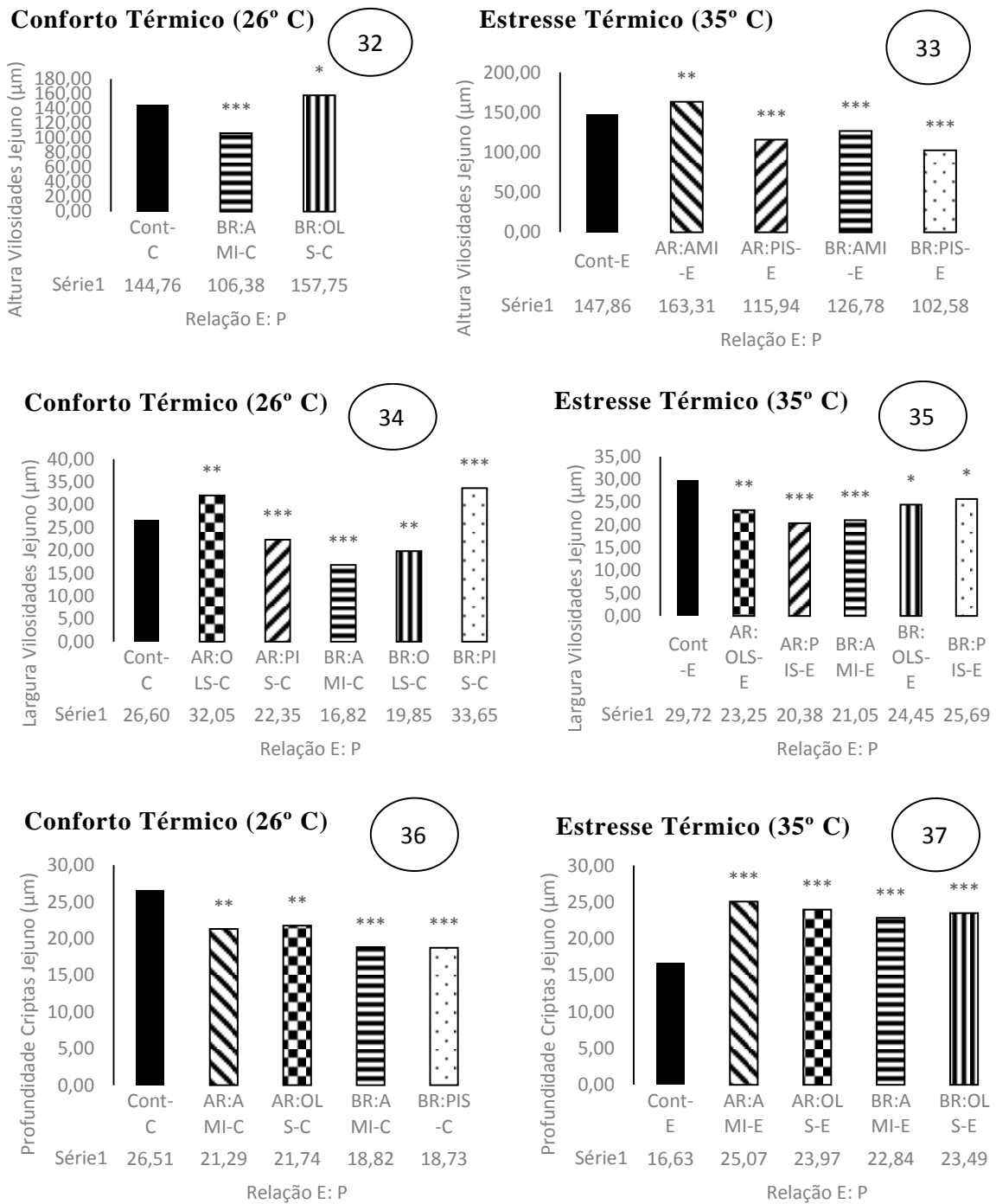
No ambiente de estresse térmico, a largura das vilosidades das codornas alimentadas com a dieta controle apresentou-se maior que das codornas alimentadas com as dietas de alta relação E: P contendo OLS e PIS e todas as dietas da baixa relação E: P ( $P \leq 0,05$ ; Figuras 34 e 35). Esta maior largura das vilosidades no jejuno das codornas alimentadas com a dieta controle, proporcionou consequentemente maior área de absorção e ajuda a explicar porque as codornas recebendo esta dieta apresentaram melhor conversão alimentar que as codornas alimentadas com as dietas de alta relação E: P no período de 10 a 35 dias de idade (Figuras 22 e 23).

No ambiente de termoneutralidade, a profundidade de criptas na região do jejuno das codornas que receberam a dieta controle, foi maior comparada a das aves que receberam as dietas de alta relação E: P com AMI e OLS e de baixa relação E: P com AMI e PIS, por outro lado, no estresse térmico a menor profundidade de cripta ( $P \leq 0,05$ ), foi detectada nas codornas alimentadas com a dieta controle comparada com as codornas alimentadas com as dietas de alta relação E: P com AMI e OLS e de baixa relação E: P com AMI e OLS (Figuras 36 e 37).

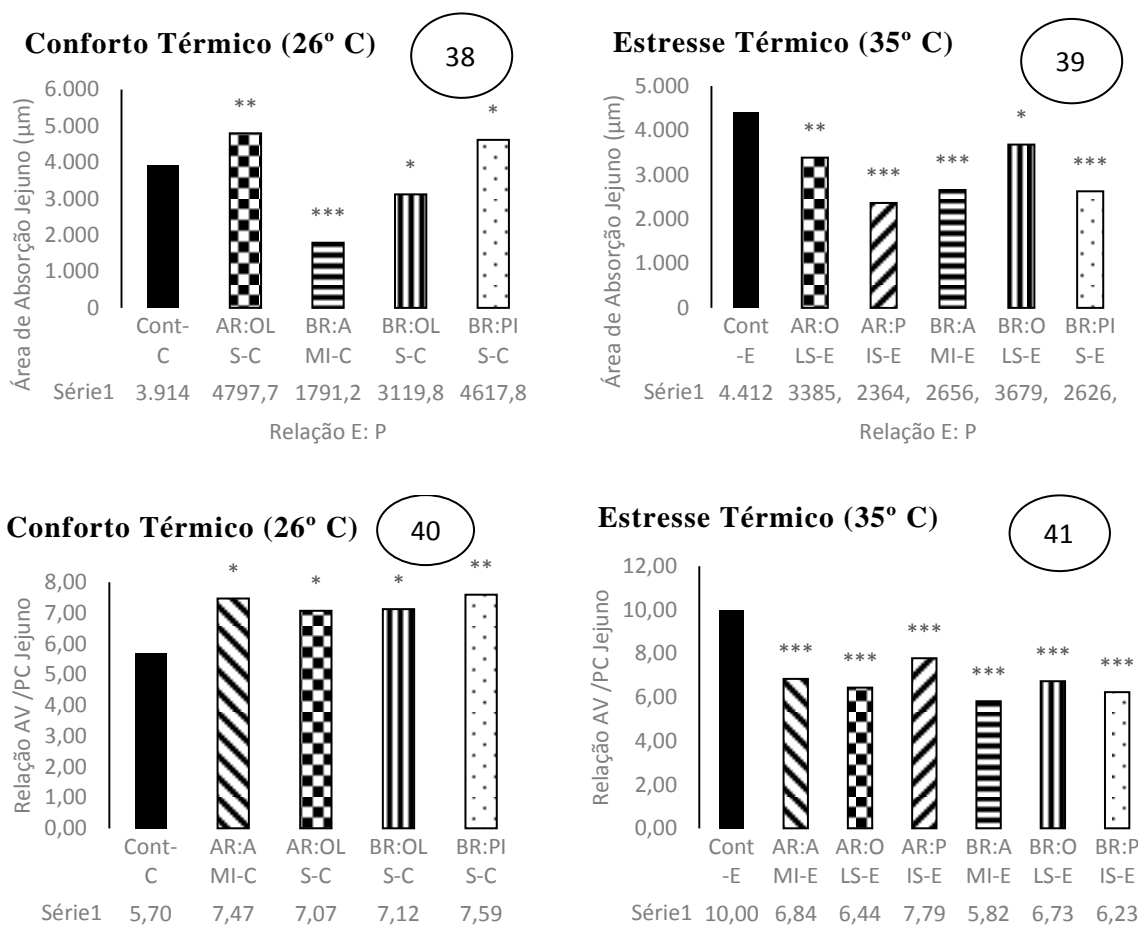
No conforto térmico, detectou-se que a dieta controle elevou ( $P \leq 0,05$ ) a área de absorção comparada as dietas de baixa relação E: P contendo AMI e OLS, no entanto, as dietas de alta relação E: P contendo OLS e baixa relação E: P contendo PIS proporcionaram valores superiores aos da dieta controle.

No estresse térmico, a dieta controle aumentou ( $P \leq 0,05$ ) a área de absorção no jejuno comparada as dietas de alta relação E: P contendo OLS e PIS e as demais dietas de baixa relação E: P (Figuras 38 e 39). Este resultado contribui para explicar a melhor conversão alimentar das codornas alimentadas com a dieta controle no ambiente de 35° C (Figura 23).

No ambiente de termoneutralidade, a dieta controle reduziu significativamente ( $P \leq 0,05$ ) a relação AV/PC no jejuno, comparada às dietas de alta relação E:P com AMI e OLS e de baixa relação E: P com OLS e PIS. Ao contrário, no estresse pelo calor, a melhor relação AV/PC foi obtida com as aves da dieta controle, com as demais dietas apresentando valores inferiores a essa dieta (Figuras 40 e 41).



**Figuras 32-37.** Médias de altura das vilosidade, largura das vilosidades e profundidade das criptas do jejuno em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PB) como fontes de energia no ambiente de conforto térmico (26° C) e de estresse por calor (35° C). Probabilidade: \*( $p < 0,05$ ); \*\*( $p < 0,01$ ); \*\*\*( $p < 0,001$ ).



**Figuras 38-41.** Médias de área de absorção e relação vilosidade/crípita (AV/PC) do jejuno em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PIS) como fontes de energia no ambiente de conforto térmico (26° C) e de estresse por calor (35° C). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\*(p<0,01); \*\*\* (p<0,001).

### 3.7.3 Índices morfométricos ileais

A altura das vilosidades no íleo diminuiu ( $P \leq 0,05$ ) nas codornas alojadas sob conforto térmico alimentadas com a dieta controle em comparação com aquelas alimentadas com as dietas de alta relação E: P e as de baixa relação E: P contendo AMI e OLS. Entretanto, no ambiente de estresse pelo calor, a dieta controle aumentou a altura das vilosidades comparada as dietas de alta relação E: P contendo AMI e de baixa relação E: P contendo OLS ( $P \leq 0,05$ ). No entanto, a dieta controle influenciou menor altura de vilosidades comparadas as codornas recebendo a dieta de baixa relação E: P contendo PIS ( $P \leq 0,05$ ) (Figuras 42 e 43),

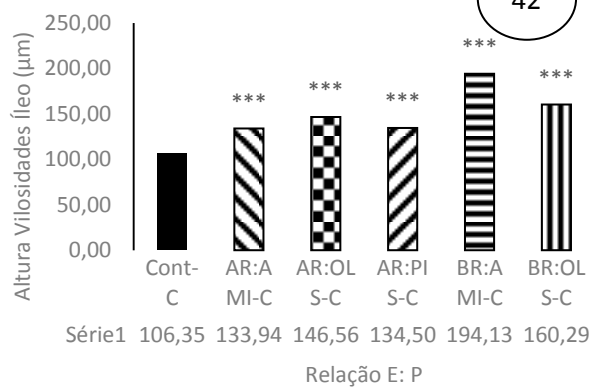
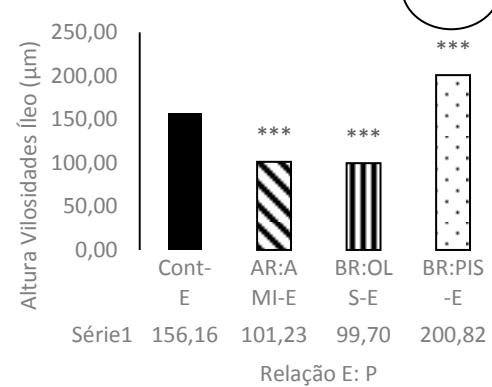
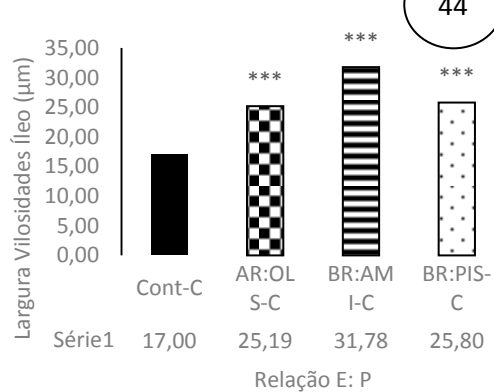
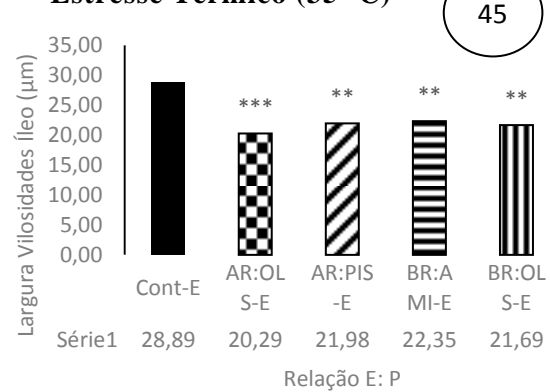
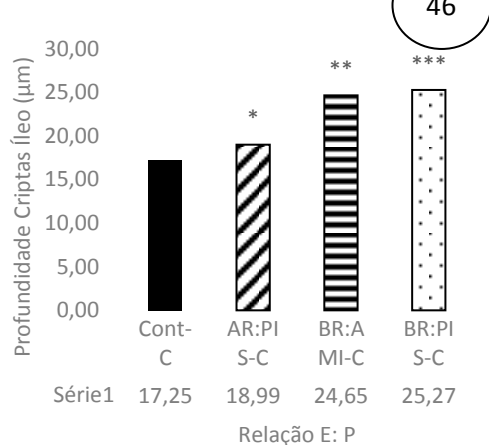
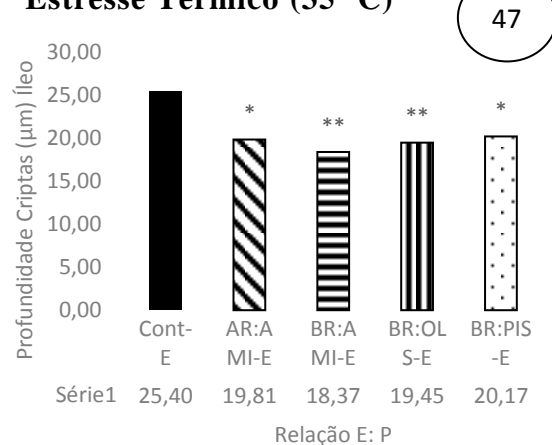
Quanto a largura de vilosidades no íleo das codornas criadas em ambiente de conforto, a dieta controle influenciou negativamente resultado que as dietas de alta relação E: P contendo OLS e de baixa relação E: P contendo AMI e PIS ( $P \leq 0,05$ ). Porém, no ambiente

de estresse pelo calor as dietas de alta relação E: P contendo OLS e PIS e as de baixa relação E: P contendo AMI e OLS reduziram a largura das vilosidades comparadas a dieta controle (Figuras 44 e 45).

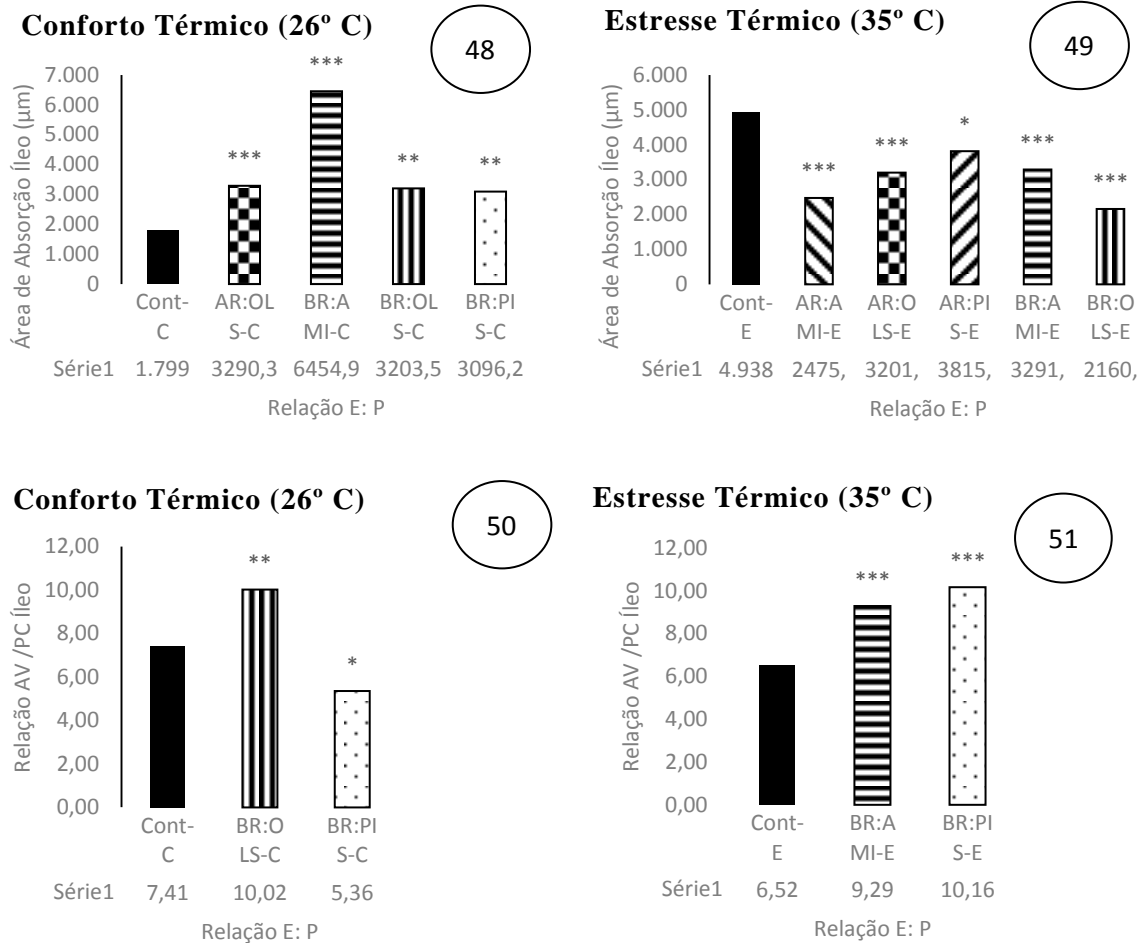
A profundidade de cripta no íleo das codornas alojadas no ambiente de conforto térmico alimentadas com a dieta controle, foi menor ( $P \leq 0,05$ ) comparada a das aves recebendo as dietas de alta relação E: P com PIS e de baixa relação contendo AMI e PIS. Enquanto, no ambiente de estresse térmico, a dieta controle proporcionou maior profundidade de cripta ( $P \leq 0,05$ ) comparada às dietas de alta relação E: P contendo AMI e as três dietas de baixa relação contendo AMI, OLS e PIS (Figuras 46 e 47). Segundo Hancock (1990), quanto menor a profundidade de cripta melhor estará a morfologia da parede intestinal e, conseqüentemente, mais facilmente os nutrientes serão absorvidos.

No conforto térmico, a menor área de absorção no íleo ( $P \leq 0,05$ ) foi constatada nas aves alimentadas com a dieta controle e, os maiores valores foram observados nas dietas de alta relação E: P com OLS e nas dietas de baixa relação E: P, com as três fontes de energia. Por outro lado, no estresse térmico maior área de absorção ileal foi detectada nas codornas alimentadas com a dieta controle e menores nas codorna alimentadas com as dietas de alta relação E: P contendo as três fontes de energia e a de baixa relação E: P contendo AMI e OLS (Figuras 48 e 49).

Quanto à relação AV/PC, verificou-se no ambiente de conforto que a dieta controle diferiu ( $P \leq 0,05$ ) apenas das dietas de baixa relação E: P contendo OLS e PIS, sendo o valor da dieta controle inferior a dieta contendo OLS e superior a dieta com PIS. No ambiente de estresse pelo calor, a dieta controle apresentou melhor relação AV/PC que as codornas alimentadas com as duas dietas de baixa relação E: P, contendo AMI e PIS (Figuras 50 e 51).

**Conforto Térmico (26° C)****Estresse Térmico (35° C)****Conforto Térmico (26° C)****Estresse Térmico (35° C)****Conforto Térmico (26° C)****Estresse Térmico (35° C)**

**Figuras 42-47.** Médias de altura das vilosidade, largura das vilosidades e profundidade das criptas do íleo em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PB) como fontes de energia no ambiente de conforto térmico (26° C) e de estresse por calor (35° C). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\*(p<0,01); \*\*\* (p<0,001).



**Figuras 48-51.** Médias de área de absorção e relação vilo/crípta (AV/PC) do íleo em função do contraste entre a dieta controle (Cont) e as dietas com duas relações E: P (AR/BR) contendo amido (CHO), óleo de soja (LIP) e proteína isolada de soja (PIS) como fontes de energia no ambiente de conforto térmico (26° C) e de estresse por calor (35° C). Probabilidade: \*(p<0,05); \*\*(p<0,01); \*\*\* (p<0,001).

Os resultados do presente estudo, corroboram as implicações da temperatura ambiente com a fonte de energia e a relação energia: proteína da dieta no desempenho e desenvolvimento do epitélio intestinal em codornas europeias. Da mesma forma que em outras espécies de aves, o consumo de ração das codornas é a primeira variável a ser deprimida com o aumento da temperatura ambiente. A substituição de 15% da energia da dieta, com a retirada do amido e adição de óleo de soja e proteína isolada de soja, respectivamente, fontes de lipídeos e proteína, parecem atenuar o efeito do estresse pelo calor apenas quando o óleo de soja substitui o amido de milho sem, no entanto, solucionar totalmente o problema da redução do consumo de ração. A proteína isolada de soja, teve a maior influência no crescimento de peito das codornas, mas foi a fonte que mais deprimiu o consumo nas condições de estresse pelo calor. Fortes evidências de interferência no desempenho, também, foram observadas ao se alterar a relação energia e proteína e, aparentemente, a relação recomendada por Silva e Costa (2009) de 128 kcal EMAn/1% PB (2.950 kcal EMAn e 23% PB) parece proporcionar a mais sólida e equilibrada relação entre a energia e os nutrientes para padrões de termoneutralidade e de ambiente de estresse pelo calor. Interessante evidencia foi observada com o desenvolvimento da altura de vilosidade com o amido, óleo de soja e proteína isolada de soja estimulando maiores vilosidade respectivamente do duodeno, jejuno e íleo.



#### 4 CONCLUSÕES

Codornas europeias exigem relação energia: proteína de 108/1% ou 27% de proteína de 10 a 22 dias de idade ou relação 128/1% ou 23% de proteína de 10 a 35 dias de idade;

O aumento da temperatura de 26 para 35° C compromete o desempenho de codornas na fase de 10 a 35 dias de idade, e a substituição do amido pelo óleo de soja reduz o efeito negativo do calor no ganho de peso das codornas.

O nível de 23% de proteína (relações E: P de 128 kcal/1% PB) ofertado de 10 a 35 dias de idade aumenta a área de absorção na região do duodeno no conforto térmico e nos segmentos do jejuno e íleo em condições de alojamento das aves em estresse pelo calor.

## 5 REFERÊNCIAS

ABREU, V. M. A.; ABREU, P. G. **Diagnóstico bioclimático para produção de aves na mesorregião centro sul baiano**. EMBRAPA SUÍNOS E AVES, dezembro, 2003.

ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de metionina+ cistina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 3, p. 519-525, 1999.

APPLEWHITE, T. H. (Ed.). **Proceedings of the World Congress on Vegetable Protein Utilization in Human Foods and Animal Feedstuffs**. The American Oil Chemists Society, 1989.

BAIÃO, N. C.; LARA, L. J. C. Oil and fat in broiler nutrition. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 7, n. 3, p. 129-141, 2005.

BAKER, D. H. et al. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine, and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, v. 81, n. 4, p. 485-494, 2002

BARRETO, S. L. T. et al. Efeitos de níveis nutricionais de energia sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas européias na fase inicial de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia** v. 36, n. 1, p. 86-93, 2007.

BAZIZ, H. A. et al. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, v. 75, n. 4, p. 505-513, 1996.

BERTO, D. A.. **Temperatura ambiente e nutrição de codornas japonesas**. 2012. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA.

BESKI, S. S.; SWICK, R. A.; IJI, P. A. Specialized protein products in broiler chicken nutrition: A review. **Animal Nutrition**, v. 1, n. 2, p. 47-53, 2015.

BONFIM, D. S.; MELO, S. A. Influência do ambiente na criação de codornas de corte: Revisão. **PUBVET**, v. 9, p. 158-194, 2015.

BONNET, S. et al. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. **Poultry Science**, v. 76, n. 6, p. 857-863, 1997.

BORGES, F. M. de O.; ROSTAGNO, H. S.; SAAD, C. E. do P. Efeito do consumo de alimento sobre os valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, obtidos pela metodologia da alimentação forçada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1392-1399, 2004.

BRANDÃO, T.M. **Diferentes tipos de óleos de soja e níveis de energia em dietas de frango: desempenho e características de carcaça**. 2008. p.62. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí.

BRIDI, A. M. Instalações e ambiência na produção animal. **2º CURSO SOBRE**, 2006.

CAHANER, A. et al. Effects of dietary protein under high ambient temperature on body weight, breast meat yield, and abdominal fat deposition of broiler stocks differing in growth rate and fatness. **Poultry Science**, v. 74, n. 6, p. 968-975, 1995.

CHURCH, C. D.; POND, W. G. Macrominerals. **Basic Animal Nutrition and Feeding**. New York: John Wiley, p. 168-171, 1988.

CORRÊA, G. S. S.; et al. Nível de proteína bruta para codornas de corte durante o período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.209-217, 2008.

CORRÊA, G. S. et al. Exigência de proteína bruta e energia metabolizável para codornas de corte EV1. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 3, p. 797-804, 2007.

CORRÊA, G. S. et al. Exigência de metionina+ cistina total para codornas de corte em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p. 414-420, 2006.

COSTA, F. G. P. et al. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, p. 25, 2001.

COSTA, F. G. P. et al. Dietary lysine levels for broilers chickens from 1 to 21 and 22 to 40 days of age. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1490-1497, 2001.

COSTA, F. G. P. et al. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2136-2140, 2008.

DAIRO, F. A. S. et al. High and low dietary energy and protein levels for broiler chickens. **African Journal of Agricultural Research**, v. 5, n. 15, p. 2030-2038, 2010.

DALE, N. M.; FULLER, H. L. Effects of Diet Composition on Feed Intake and Growth of Chicks under Heat Stress I. Dietary Fat Levels. **Poultry Science**, v. 58, n. 6, p. 1529-1534, 1979.

DOWARAH, R.; SETHI, A. P. S. Various dietary levels of protein and energy interaction on growth performance of white plumage japanese quails. **Vetinary world**, v. 7, n. 6, p. 393-402, 2014.

DUARTE, K. F. et al. Desempenho e morfometria duodenal de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de energia e programas de alimentação de 42 a 57 dias de idade. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 2, p. 197-204, 2012.

EMMANS, G. C. Effective energy: a concept of energy utilization applied across species. **British Journal of Nutrition**, v. 71, n. 06, p. 801-821, 1994.

FARIA FILHO, D. E. de et al. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 101-106, 2006.

FARUQUE, S. et al. Optimization of the dietary protein and energy levels for Dhakai quail during growing period. **Bangladesh Journal of Livestock Research**, v. 19, n. 1-2, p. 1-9, 2016.

FERKET, P. R.; GERNAT, A. G. Factors that affect feed intake of meat birds: A review. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 10, p. 905-911, 2006.

FERNANDES, G. A.; FERNANDES, F. F. D.; JONASSON, C. Artigo 228 **Nutrição de frangos de corte adequada a regiões de clima quente-revisão**. 2014.

FERREIRA, A. F. et al. Valor nutricional do óleo de soja, do sebo bovino e de suas combinações em rações para frangos de corte-DOI: 10.4025/actascianimsci. v27i2. 1224. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 2, p. 213-219, 2008.

FURLAN, R. L. Influência do calor na fisiologia de poedeiras. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM AVICULTURA PARA POSTURA COMERCIAL, 2, 2005, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 2005, p. 96-118.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Campinas: FACTA, Fundação Apinco de Ciências e Tecnologia Avícolas, 2002. cap. 17, p. 125-141.

GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Atividade inibitória de tripsina em produtos derivados de soja (*Glycine max*) consumidos no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, p. 309-12, 1998.

GEYRA, A.; UNI, Z.; SKLAN, D. The effect of fasting at different ages on growth and tissue dynamics in the small intestine of the young chick. **British Journal of Nutrition**, v. 86, n. 1, p. 53-61, 2001.

GRIFFITHS, L. L.; LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Fat deposition in broilers: Effect of dietary energy to protein balance, and early life caloric restriction on productive performance and abdominal fat pad size. **Poultry science**, v. 56, n. 2, p. 638-646, 1977.

GUIDONI, A.L. **Alternativas para comparar tratamentos envolvendo o desempenho nutricional**. 1994. 105f. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 1994.

GUIMARÃES, M. C. C. et al. Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 231-237, 2014.

HADA, F. H. et al. Effect of protein, carbohydrate, lipid, and selenium levels on the performance, carcass yield, and blood changes in broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 15, n. 4, p. 385-394, 2013.

HAESE, D.; BÜNZEN, S.. TEMPERATURA AMBIENTAL EFETIVA E CONSUMO VOLUNTÁRIO. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 1, p. 172-175, 2005.

HANCOCK, J. D. et al. Effects of ethanol extraction and heat treatment of soybean flakes on function and morphology of pig intestine. **Journal of animal science**, v. 68, n. 10, p. 3244-3251, 1990.

HARPER, A.E. Proteins and amino acids in the regulation of food intake. In: NOVIN, D.; WYWICKA, W.; BRAY, G. (Eds.) **Hunger**: basic mechanisms and clinical implications. New York: Raven Press, 1976. p.103-113.

HONIG, D. H.; RACKIS, J. J.; WOLF, W. J.; Effects of pH and salt on yields, trypsin inhibitor content, and mineral levels of soybean protein isolates and wheys. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 35, n. 6. p. 967-971, 1987.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal** (2015). Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 22 mar. 2017.

JORDÃO FILHO, J. et al. Energy requirement for maintenance and gain for two genotypes of quails housed in different breeding rearing systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2415-2422, 2011.

LARA, L. J. C. et al. Efeito de fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte. **Arq. bras. med. vet. zootec**, v. 57, n. 6, p. 792-798, 2005.

LAUDADIO, V. et al. Productive performance and histological features of intestinal mucosa of broiler chickens fed different dietary protein levels. **Poultry Science**, v. 91, n. 1, p. 265-270, 2012.

LATSHAW, J. D.; MORITZ, J. S.; The partitioning of metabolizable energy by broiler chickens. **Poultry Science**, Champaing, v. 88, p. 98-105, 2009.

LECLERCQ, Roland. Epidemiology and control of multiresistant enterococci. **Drugs**, v. 52, n. 2, p. 47-49, 1996.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 6.ed. São Paulo: Sarvier, 2014.

LIMA, R. C. et al. Exigência nutricional de proteína bruta para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de postura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 4, p. 1234-1242, 2014.

LIMA, R. C. **Determinação da relação energia metabolizável: proteína bruta na alimentação de codornas japonesas e europeias**. 2012. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba.

LIU, S. K. et al. Effects of dietary crude protein on the growth performance, carcass characteristics and serum biochemical indexes of Lueyang black-boned chickens from seven to twelve weeks of age. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 17, n. 1, p. 103-108, 2015.

LONGO, F. A. et al. Carboidratos na dieta pré-inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 123-133, 2005.

MAIORKA, A; BOLELI, I. C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. In: **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Campinas: FACTA, Fundação Apinco de Ciências e Tecnologia Avícolas, v. 2, p. 113-124, 2002.

MARCHINI, C. F. P. et al. Morfometria da mucosa duodenal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 491-497, 2009.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 149-176, 2010.

MATEOS, G. G.; SELL, J. L. Influence of carbohydrate and supplemental fat source on the metabolizable energy of the diet. **Poultry Science**, v. 59, n. 9, p. 2129-2135, 1980.

MATTERSON, L.D. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs: University of Connecticut, n. 7, p. 11, 1965.

MORAES, V. M. B.; ARIKI, J. **Importância da nutrição na criação de codornas de qualidades nutricionais do ovo e carne de codorna**. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, p.97-103, 2009. Disponível em: [www.biologico.sp.gov.br/rifibi/97-103.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/rifibi/97-103.pdf) Acesso em: 23 Março, 2017.

MOREIRA, I. Digestão e Absorção de Lipídeos. In: SAKOMURA, N. K. et al. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal, SP: Editora Funep, 2014.

MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. **Simpósio Internacional de Coturnicultura**, v. 1, p. 113-120, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed., 1994. 155p.

NAZARENO, A. C. et al. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 6, p. 802-808, 2009.

NIETO, R. et al. Effect of a low protein diet on the energy metabolism of growing chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v. 50, n. 2, p. 105-119, 1997.

OBA A. et al. Características produtivas e imunológicas de frangos de corte submetidos a dietas suplementadas com cromo, criados sob diferentes condições de ambiente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41 n.5 p. 1186-1192, 2012.

PARSONS, C. M.; ZHANG, Y.; ARABA, M. Nutritional evaluation of soybean meals varying in oligosaccharide content. **Poultry Science**, v. 79, n. 8, p. 1127-1131, 2000.

PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, WP de; MUNIZ, J. C. L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista eletrônica nutritime**, v. 9, n. 6, p. 2041-2049, 2012.

PINTO, R. et al. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1761-1770, 2002.

PUPA, J. M. R. Óleos e gorduras na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 1, p. 69-73, 2004.

RABELLO, C. B. et al. Efeito da temperatura ambiente e do sistema de criação sobre as exigências de energia metabolizável para manutenção de aves reprodutoras pesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 382-390, 2004.

RABER, M. R. **Eficiência do óleo ácido e do óleo degomado de soja empregados em dietas de frangos de corte, suplementadas ou não com glicerol e lecitina**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2007.

RAVINDRAN, V. Poultry feed availability and nutrition in developing countries. **Poultry development review**, p. 60-63, 2013.

REGINATTO, M. F. et al. Efeito da energia, relação energia: proteína e fase de crescimento sobre o desempenho e composição de carcaça de frangos de corte. **Revista brasileira de ciência avícola = Brazilian journal of poultry science**. Campinas, SP. Vol. 2, n. 3 (set. 2000), p. 229-237, 2000.

REIS, L.F.S.D. Codornizes, criação e exploração. Lisboa: Agros, 10, 1980. 222p. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p. 357-363, 1980.

RODRIGUES, L. R. et al. Thermal comfort index, physiological variables and performance of quails fed with protein reduction. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 4, p. 378-384, 2016.

ROLL, A. A, P. **Óleo de canola e selênio orgânico para codornas de duplo propósito**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas. 2012.



ROSSER, B. W. C. et al. Heterogeneity of myosin heavy-chain expression in fast-twitch fiber types of mature avian pectoralis muscle. **Biochemistry and cell biology**, v. 74, n. 5, p. 715-728, 1996.

SALEH, A. A. Effect of low-protein in iso-energetic diets on performance, carcass characteristics, digestibilities and plasma lipids of broiler chickens. **Egyptian Poultry Science Journal**, v. 36, n. 1, 2016.

SABINO, H. F. N. et al. Níveis protéicos na ração de frangos de corte na fase de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n. 5, p.407-412, 2004.

SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v.59, p.1275-1279, 1963.

SILVA J. H. V. Digestão e Absorção de Lipídeos. In: SAKOMURA, N. K. et al. **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal, SP: Editora Funep, 2014.

SILVA, J. H. V. et al. Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, 2012.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F. G. P. **Tabelas para codornas japonesas e européias**. Editora: FUNEP, 2009.

SILVA, V. K. et al. Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com rações contendo extrato de leveduras e prebiótico e criados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia = Brazilian Journal of Animal Science**, p. 690-696, 2009.

SILVA, E. L. et al. Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoacídica em rações para codornas européias (*Coturnix coturnix coturnix*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 822-829, 2006.

SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; NASCIMENTO, A. H. Níveis de energia e relações energia: proteína para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia** v. 30, n. 6, p. 1791-1800, 2001.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 2.ed.Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 150p..

SOUSA, M. S. et al. Determinação de limites superiores da zona de conforto térmico para codornas de corte aclimatizadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.15, n.2, p.350-360, 2014.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS software: user's guide. version 8.2.** Cary: 2000, 291p.

SYAFWAN, S.; KWAKKEL, R. P.; VERSTEGEN, M. W. A. Heat stress and feeding strategies in meat-type chickens. **World's poultry science journal**, v. 67, n. 4, p. 653-674, 2011.

SWENNEN, Q. et al. Effect of macronutrient ratio of the pre- starter diet on broiler performance and intermediary metabolism. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 94, n. 3, p. 375-384, 2010.

TAVERNARI, F. C.; MENDES, A. M. P. Desenvolvimento, crescimento e características do sistema digestório de aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 6, n. 6, p. 1103-1115, 2009.

TEMIM, S. et al. Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat-exposed chickens?. **Poultry Science**, v. 79, n. 3, p. 312-317, 2000.

UNI, Z; NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch changes in morphology and function of the small intestines in heavy- and light-strain chicks. **Poultry Science**, v.74, p.1622-1629, 1995.

VELOSO, R. C. et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável em uma linhagem de codorna de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 2, 2012.

WEURDING, R. E. et al. Starch digestion rate in the small intestine of broiler chickens differs among feedstuffs. **The Journal of Nutrition**, v. 131, n. 9, p. 2329-2335, 2001.

YAMAUCHI, K.; ISSHIKI, Y.. Scanning electron microscopic observations on the intestinal villi in growing White Leghorn and broiler chickens from 1 to 30 days of age. **British Poultry Science**, v. 32, n. 1, p. 67-78, 1991.